Tome VIII (1921). N° 4. Octobre-Décembre 1921.
(Paru le 1er Février 1922).

BULLETIN

DE LA

Société de Pathologie Végétale

DE FRANCE

Paraissant tous les trois mois, par fascicules de 16 à 32 pages

Abonnement. — Pour les personnes étrangères à la Société, le prix de l'abonnement est de **12** francs pour la France et de **14** francs pour étranger ; il doit être adressé à M. BIERS, *trésorier*, au Siège Social.

Communications. — Les communications doivent être adressées à M. FOEX, *Secrétaire général*, Station de Pathologie végétale, 11 *bis*, rue d'Alésia, Paris-XIVe.

Séances. — Les séances de la Société ont lieu, au Siège Social, le premier vendredi de chaque mois ; quand ce jour est férié, la séance est reportée au vendredi suivant. Les séances sont suspendues pendant les mois d'août et de septembre.

Siège Social* : *63, rue de Buffon, PARIS-Ve.

SOMMAIRE

Séance du 7 octobre, p. 120. — J. BEAUVERIE, Sur une soi-disant « maladie » ayant causé la perte de 45.000 semis de chataigniers, p. 127.— M. GARD, A propos de la germination des conidies du mildiou de la vigne (*Plasmopara viticola* Berk. et Cur), p. 130.— M. GUYOT, Notes de pathologie végétale, p. 132. — J. DUFRÉNOY, Les maladies des Pommes de terre dans les Hautes-Pyrénées (août-septembre), p. 137.— D. BOIS, Présentation d'échantillons du Maïs attaqués par le charbon du Mays et à inflorescences androgynes, p. 139. — M. MANGIN, Une grande invasion de Nonne : *Lymantria monacha*, dans les forêts de Tchéco-Slovaquie, p. 140. — E. MIÈGE, Sur une invasion des Céréales au Maroc par la *Sesamia nonagrioides*, p. 145. — E. FOËX, Enroulement et Leptonécrose, p. 148. — Séance du 4 novembre, 150. — V. DUCOMET, Oidium de la Pomme de terre et Oidium de la Betterave, p. 153. — Séance du 2 décembre, p. 155. — Résumé des discussions sur la toxicité du cuivre, p. 158. — Notes additionnelles, p 180. — Bibliographie, p. 189.— Table des matières, p. 197.

Séance du 7 octobre 1921.

La séance est ouverte sous la présidence de M. le Professeur MANGIN, ancien Président.

Excusé, M. le Professeur MARCHAL. *Vice-Président.*

Le Bureau a le très vif regret d'annoncer la mort de notre éminent confrère M. le Professeur MATRUCHOT, Président de la *Société Mycologique.*

Vote au sujet des candidatures présentées dans la dernière séance :

Sont admis à l'unanimité :

MM.

Havard DUCLOS, Ingénieur agronome, 8, rue des Condamines, Versailles.

DE KEIREL, Ingénieur agronome, 46, Boulevard de la République, Versailles.

CHABROLIN, Ingénieur agronome, Préparateur à la station de Pathologie végétale, 11 *bis*, rue d'Alésia, Paris. 14e.

GUYOT, Ingénieur agronome, Ecole de garçons, groupe Jean Jaurès, Prés-St-Gervais (Seine).

Georges MALENÇON, 30, rue Antoinette, Paris, 18e

Candidatures nouvelles :

MM.

BOVET, Antoine, 16, rue de l'Arquebuse, à Autun, présenté par MM. CHASSIGNOL et FOËX.

CHRISTIAN, Professeur à l'Institut agricole algérien de Maison-Carrée, présenté par MM. ARNAUD et FOËX.

DUBOYS, Professeur à l'Ecole d'agriculture de Rennes, présenté par MM. DUCOMET et FOËX.

L'abbé Chevalier, chanoine, à Autun, Président de la Société d'Histoire naturelle d'Autun, présenté par MM. Chassignol et Chateau.

Tschaën, Professeur à l'Ecole d'agriculture de Hyères, présenté par MM. Marchal et Vayssière.

Barbey, expert-forestier, Montcherrad-sur-Orbe, canton de Vaud (Suisse), présenté par MM. Marchal et Vayssière.

Envoi d'échantillons :

Par M. Chassignol, une tumeur (crown-gall) sur *Rubus* et des échantillons de *Sorosporium Saponariæ* Rudolphi sur *Saponaria officinalis* L., une centaine de spécimens de *Tilletia Taitici* sur Blé (destinés à l'Herbier de la Société).

Par M. le Professeur Marchal, crown gall et tumeurs sur arbres fruitiers, sphéroblaste sur Platane.

Correspondance imprimée :

The Review of applied Entomology, London, ju august, september 1921.

Department of Agriculture and Technical instruction for Ireland Journal, vol. XXI, n° 2.

Ar-F. Seabra. — Note sur l'existence au Portugal de la Tortrix de la vigne.

J.-J. Kieffer. — Notes sur divers Hyménoptères destructeurs des Cerambycides nuisibles au caféier et au bambou. *Bulletin agricole* de l'Institut scientifique de Saïgon, 1921.

Duport. — Rapports dans les suppléments aux *Bulletins* n° 130 et 131 de la Chambre d'Agriculture du Tonkin.

Correspondance écrite :

M. Beauverie, Professeur à la Faculté des Sciences de Clermont-Ferrand, adresse une note « sur une soi-disant maladie ayant causé la perte de 45.000 semis de châtaigniers. »

On a l'habitude de placer les châtaignes en stratification dans du sable humide pour les faire germer. Avant de les mettre en terre, on coupe le pivot.

M. Beauverie signale un cas, où, par suite de maladresse

ou d'erreur, un fort pourcentage de germinations d'un important lot de semis a été privé de ses plantules par rupture des connexions de ces dernières avec les cotylédons. D'où cicatrisation avec prolifération en « choux fleurs » au niveau de la surface de rupture des cotylédons. L'aspect de ces productions est curieuse, M. Beauverie montre l'intérêt qu'il y aurait à faire connaître aux agriculteurs l'importance de la gemmule.

M. Gard, Chef des travaux de Botanique à la Faculté des Sciences de Bordeaux, a observé que la germination des conidies du Mildiou ne s'effectue bien que lorsque ces organes sont situés à la surface de l'eau. Lorsqu'ils sont plongés dans cette dernière, l'absorption du liquide serait trop intense et trop rapide pour permettre leur germination laquelle serait également entravée par des actions mécaniques, telles que celles qui accompagnent de fortes pluies.

Dans les « Notes de Pathologie végétale » qu'il adresse à la Société, M. Guyot, Ingénieur agronome, fournit les résultats d'observations faites dans la Somme durant l'été 1921. Il signale la fréquence, malgré la sécheresse : 1° sur les Blés de Noirs dûs au *Cladosporium herbarum* ; 2° sur les Orges et Avoines d'une maladie du pied due au *Fusarium culmorum* ; 3° sur les Luzernes de l'*Urophlyctis Alfafæ*. La plus grande partie du travail de M. Guyot est consacrée à l'étude des dépérissements de l'Orme. Ceux-ci auraient débuté en 1918. Tous les arbres, qui sont morts ou se meurent actuellement, ont commencé à être atteints à cet époque. Ces dépérissements, qui se manifestent en Hollande aussi bien que dans des régions de la France fort éloignées de l'ancien front de combat, n'ont pu être déterminés par les gaz toxiques et ne sauraient être imputés à la guerre.

Dans une étude sur « Les maladies des Pommes de terre dans les Hautes-Pyrénées » (août, septembre 1921), M. Dufrénoy, Ingénieur agronome, montre que l'altitude paraît être sans grande influence sur le développement de la maladie dite de l' « Enroulement ».

M. Miège, Inspecteur de l'Agriculture au Maroc, a découvert dans ce pays l'existence sur Blé et sur Avoine de la

Noctuelle Sésamie, qui n'était pas encore connue sur ces deux hôtes.

Communications :

M. le Professeur Bois présente à la Société de très beaux spécimens d'anomalies que le Charbon *Ustilago Maydis* Corda a déterminé dans les inflorescences de Maïs panaché, plante d'ornement en culture dans les jardins du Muséum. (Panicules mâles portant des fleurs femelles, axe de l'épi femelle allongé, puis ramifié en panicule mâle et terminé par un épi femelle, etc.).

M. P. Lesne, Assistant au Muséum, rappelle que la présence de la Mouche des fruits (*Ceratis capitata*) avait déjà été signalée aux confins d'Asnière et de Courbevoie. Plus récemment, il l'a découverte au sud de Villeneuve-St-Georges sur des Poires.

M. Vayssières a observé de graves attaques effectuées par le *Criocephalus rusticus* dans des pièces de charpente en Pin, en Seine-et-Marne. Parmi les longicornes, seul l'*Hylotrupes bajulus* est connu pour vivre dans de pareilles conditions.

M. Houlbert avait déjà, il est vrai, signalé que le *Criocephalus* perfore des plaques de zinc pour sortir des bois de charpente où la larve a évolué.

Dans la charpente qu'il a examinée, M. Vayssière a également trouvé quelques individus d'*Hylotrupes bajulus* et de *Sirex juvencus*.

M. Picard signale que, dans le Midi, le *Stromatium pulchrum* se reproduit constamment dans le bois d'Orme.

M. Maurice Mangin a observé les ravages effroyables que les chenilles de la « Nonne » *Lymantria monacha* déterminent dans les importantes forêts de Tchécoslovaquie. C'est dans le Nord de la Bohême que le fléau a acquis le plus d'intensité. Il y a trois ans que ces attaques se manifestent dans cette région. Le *Lymantria monacha* maintenant a émigré de Bohême pour passer en Moravie. La plupart des arbres, des végétaux herbacés, eux mêmes, sont dévorés par des chenilles, qui transforment le pays en désert.

Cependant certaines plantes sont épargnées : parmi les

résineux l'*Abies Douglasi*, parmi les feuillus (Poirier, Frêne, Orme) ; le Tilleul n'est pas très recherché par les chenilles.

De deux espèces très voisines au point de vue botanique, l'une peut être attaquée (Pommier), l'autre rester indemne (Poirier).

Les feuillus supportent mieux les dégâts que les résineux, qui succombent en grand nombre.

Le système allemand d'exploitation des forêts a fort probablement favorisé le développement de cette maladie. On sait que ces dernières sont formées de plantations très serrées.

C'est dans les vallées tranquilles que les chenilles sont les plus abondantes.

On peut espérer que cette invasion prendra fin par suite de l'épuisement même du milieu et aussi grâce au développement de deux épizooties graves : « Flacherie » et « Maladie à Polyèdres » qui commencent à sévir parmi les chenilles. On cherche à disséminer ces maladies en pulvérisant sur les arbres attaqués par la « Nonne » le produit de broyage de larves tuées par ces épidémies. On a pu ainsi créer de nouveaux foyers d'épidémie dans des régions situées à une certaine distance de celles où ces maladies s'étaient manifestées.

M Picard croit que la Nonne doit être attaquée par la maladie à Polyèdres plutôt que par la Flacherie,

M. Vayssière a vu en 1918 à 1920 dans le Limbourg belge de graves attaques des forêts par le *Lymantria monacha*. Elles n'ont cependant pas revêtu l'intensité de celles de Tchécoslovaquie : c'est ainsi qu'en Belgique le sous-bois a été respecté.

M. Maurice Mangin a conseillé de protéger les jeunes plantations par des traitements à l'arséniate de plomb. Il a aussi préconisé des peuplements mélangés.

Il croit que la France devrait interdire d'importer de Tchécoslovaquie des bois revêtus de leur écorce.

M. Picard ne pense pas que l'introduction de quelques individus de *Lymantria monacha* préseute grande importance.

En effet chez nous, la « Nonne » existe ; si elle ne se développe pas d'avantage, c'est sans doute que les conditions de milieu ne le lui permettent pas.

M. Lesne se demande au contraire s'il n'y aurait pas danger pour nous à importer d'Europe centrale des individus qui appartiennent peut-être à une forme différente de la nôtre au point de vue du mode de nutrition.

M. le Professeur Mangin croit qu'en pareille matière la prudence s'impose.

M. Maurice Mangin dit qu'en Tchécoslovaquie existe un autre fléau, c'est le *Phlyctœnodes stictícalis*, pyrale qui détermine dans les récoltes de betteraves des dégats considérables. Il pense du reste que cette chenille est susceptible de vivre sur d'autres plantes, telles que les arbres fruitiers et résineux.

M. Foëx a observé sur certaines pêches de la vallée du Rhône une affectation caractérisé par la présence de boursouflures rouges et molles. Ces dernières sont situées dans la région opposée au pédoncule. On les trouve sur des fruits qui sont loin d'avoir atteints leur maturité. Lorsque cette dernière arrive le tissu mou des boursouflures a déjà été envahi par des microorganismes qui ont déterminé des pourritures. Le *Rhizopus nigricans* se développe souvent dans ces hypertrophies riches en sucs.

Aucun parasite n'a été rencontré dans ou au voisinage de ces boursouflures, dont la cause reste inconnue.

On ne saurait les attribuer aux fumées d'usine, qui avaient été incriminées par certains agriculteurs. En effet, cette affectation se rencontre sur des plantes situées très loin de tout centre industriel.

Au sujet de l'action des fumées sur les végétaux, M. Foëx a observé au voisinage d'une fabrique d'acide sulfurique et de superphosphates : 1° une très inégale sensibilité des Vignes, suivant les cépages et producteurs directs considérés ; 2° la remarquable sensibilité de l'Abricotier dont les feuilles sont grillées à une distance où celles du Pêcher et de la Vigne sont indemnes. A ce sujet, M. P. Vayssière signale que M. le Dr H. Faës, directeur de la Station fédérale d'es-

sais viticoles de Lausanne (Suisse), vient de publier une intéressante brochure sur « Les dommages causés aux cultures par les usines d'electro-chimie.

M. Foëx fait part des résultats peu encourageants obtenus par les viticulteurs qui ont essayé les bouillies sans cuivre préconisées par M. Villedieu. Dans toutes les régions où le mildiou s'est développé,on a constaté l'insuffisance des mixtures composées de sulfate d'alumine et chaux. M. Picard a pu d'ailleurs constater nettement à l'Ecole nationale d'Agriculture de Montpellier le contraste entre les plants traités aux bouillies cupriques et aux bouillies Villedieu.

Au cours d'un récent voyage en Hollande, M. Foëx a récolté des échantillons de pommes de terre atteintes ou non d'Enroulement. L'examen micrographique auquel M. Quanjer s'est livré, a montré qu'il existe une remarquable concordance entre la présence de l'Enroulement et celle de la Leptonécrose.

L'ordre du jour étant épuisé la séance est levée.

Sur une soi-disant « maladie » ayant causé la perte de 45.000 semis de châtaigniers,

par J. BEAUVERIE,

Professeur à la Faculté des Sciences de Clermont-Ferrand.

Il ne s'agit pas, à la vérité, d'une véritable maladie, mais bien plutôt d'une malfaçon culturale. Nous croyons de quelque intérêt de la rapporter, car elle constitue un bon exemple à signaler aux sceptiques qui mettent toute leur confiance dans la seule pratique empirique ; il démontre qu'en l'occurence, des connaissances botaniques rudimentaires eussent permis d'éviter un accident grave qui eut pu se renouveller sans notre intervention.

Dans une région d'Auvergne, que nous jugeons inutile de préciser, on se proposait d'obtenir 50.000 plants de châtaigniers pour le reboisement. Il est d'usage de mettre les châtaignes en silo au commencement de l'hiver, on les sort au printemps ; elles ont déjà plus ou moins germé ; on leur coupe alors le pivot, c'est « l'épivotage », on les met en pépinière d'où on les transportera en pleine terre. L'ablation du pivot est de pratique constante : elle rend plus aisée la mise en place et facilite la reprise des plants par production de nombreuses racines latérales ou adventives.

Dans les conditions normales, la racine seule fait saillie hors de la châtaigne au moment de l'extraction du silo et l'épivotage se pratique facilement et sans danger alors en coupant « tout ce qui dépasse ».

Voyons maintenant ce qui s'est passé dans le cas que nous envisageons. Les plantules étant déjà en pépinière, on constata que les 9/10 des semis ne donnaient rien. On déterra les châtaignes et on nous en apporta. Toutes montraient, du

côté de la déchirure germinative, deux prolongements ou axes terminés chacun par une tumeur plus ou moins mamelonnée (fig. 3 à 6). Nous fûmes un moment perplexe devant ces châtaignes ainsi présentées. Sans nous arrêter assez tout d'abord à la dualité constante de ces prolongements, nous pensâmes à une nature parasitaire des tumeurs : les coupes

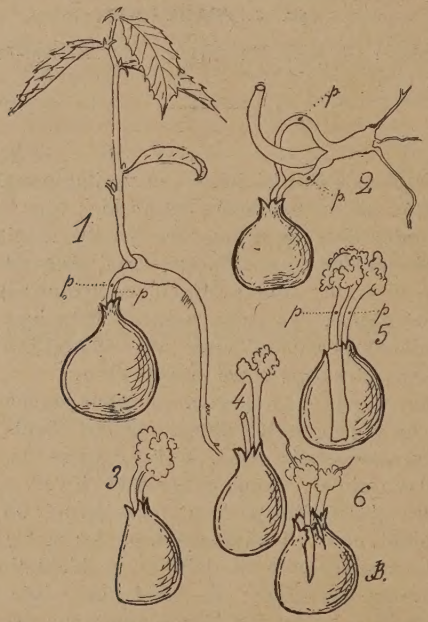


FIGURE 1 : Germination du Châtaignier. — FIG. 2 : On a pratiqué le sectionnement du pivot. — FIG. 3 à 6 : On a sectionné les pétioles cotylédonnaires, chacun a produit un bourrelet cicatriciel ayant l'aspect d'une tumeur.

p, pétiole cotylédonnaire.

microscopiques ne nous révélèrent ni nématodes, ni champignons, ni bactéries ; il fallait donc écarter cette hypothèse, encore que la considération de la *crown-gall* put nous faire hésiter ; on sait que Erwin SMITH a montré combien il était difficile d'en mettre en évidence *in situ* la bactérie parasite.

Mais nous nous rappelâmes alors la façon dont se présente la germination de la châtaigne à un certain stade, germination analogue à celle du gland du chêne et, surtout, nous trouvâmes, parmi les échantillons apportés, une germination indemne. Dès lors, l'explication s'imposait.

On voit (fig. 1) que la plantule est bientôt portée hors de la châtaigne par l'allongement des pétioles cotylédonaires (pp) ; dans une germination plus jeune, cet allongement ne s'est pas produit et le pivot fait d'abord seul sailli. Dans ce dernier cas, on peut le couper assez près du point d'émergence sans enlever en même temps la gemmule. C'est ce qui arrive dans les conditions ordinaires, et c'est ce qu'avait fait plusieurs années le praticien — disons le manœuvre — préposé à cette opération. Mais, en 1921, la température fût anormalement élevée pendant le mois d'avril, les plantules étaient déjà développées au sortir des silos et les pétioles cotylédonaires allongés. Le manœuvre, confiant dans son empirisme, sectionna, comme d'habitude, non loin du point d'émergence, c'est-à-dire qu'il coupa carrément les deux pétioles cotylédonaires, supprimant ainsi radicalement la plantule toute entière Il va sans dire que la germination ainsi mutilée ne pouvait donner de plante. Aux extrémités de ces pétioles, pleins de sève et placés en terre humide se produisirent les gros bourrelets cicatriciels en forme de tumeurs qui nous avaient d'abord intrigué. 1/10 de ces germinations étaient assez peu avancées au sortir des silos pour que l'épivotage ne concernât bien que le pivot (fig. 2) ; elles donnèrent les « rescapés ».

Si nous n'avions pas été consulté, cet accident grave — dont la cause avait échappé aux forestiers eux-mêmes — se fût reproduit en même temps que les conditions particulières de température de cette année, alors qu'une petite démonstration botanique, en expliquant le présent, en empêchera le retour.

A propos de la germination des conidies du mildiou de la vigne (Plasmopara viticola Berk. et Cur.) Berl. et de Toni,

par M. Méd. GARD,

Chef de Travaux à la Faculté des Sciences de Bordeaux.

On sait qu'on obtient facilement la germination des conidies du mildiou en plaçant des touffes de conidiophores dans un verre de montre contenant de l'eau de pluie. Au bout d'un temps variable avec la température, mais qui, le plus souvent, n'est pas inférieur à 3/4 d'heure, une heure même, ces conidies se divisent et donnent des zoospores.

Il n'en est pas de même si après avoir placé les touffes de conidiophores dans une goutte d'eau de pluie sur la lame porte-objet, on recouvre d'une lamelle pour l'examen au microscope. Elles ne germent pas ou dans une proportion infime.

Je me suis demandé quelle était la raison de ces faits que je constatais au printemps 1920 et plusieurs fois dans le courant de cette même année. Je les ai repris en 1921 et mes nouvelles observations ont confirmé les anciennes. J'ai reconnu dès le début que les choses ne se passent pas aussi simplement qu'on l'admet dans les ouvrages.

Les conidies germent dans les meilleures conditions lorsqu'elles sont placées *à la surface de l'eau*. En effet, lorsqu'elles se détachent des conidiophores, ces spores sont loin d'être pleinement gonflées ; elles se présentent, au contraire, comme bosselées, creusées de replis à la manière de beaucoup d'autres spores et de grains de pollen. Ce n'est qu'au contact de l'eau qu'elles prennent cette forme ovoïde, régulière, à paroi tendue que représentent les traités. Elles n'ont acquis cette forme qu'après avoir absorbé une certaine quantité d'eau. Mais si elles sont plongées brusquement dans ce liquide, comme dans le cas des examens au microscope,

l'absorption de l'eau paraît trop rapide ou trop grande ce qui, non seulement peut les faire éclater, mais encore empêcher la division, c'est-à-dire la formation des zoospores. Peut-être la pression exercée par la lamelle sur des organes aussi fragiles exerce-t-elle une influence sur le phénomène. Nous verrons, en effet, plus loin, combien elles sont sensibles aux actions mécaniques.

Les conidies que l'on fait tomber sur une goutte d'eau, ou les conidiophores que l'on projette sur le liquide d'un verre de montre ne s'enfoncent pas, mais restent à la surface et c'est là que la germination se produit. On conçoit que l'absorption de l'eau est alors moins rapide et moins abondante que dans le cas des conidies complètement immergées sous la lamelle puisque là elles sont en contact avec le liquide par tous leurs points extérieurs. C'est ainsi que peuvent s'expliquer les faits dans les cas envisagés.

Ce n'est pas tout. Soumises à l'action d'une force centrifuge ou simplement agitées à la main, les conidies placées sur l'eau contenue dans un petit tube, ne germent plus. Comme plus haut, il y a eu absorption trop rapide d'eau et en plus action mécanique.

Diverses conséquences découlent de ces faits. En premier lieu, la contamination ne peut se produire pendant une pluie pour deux raisons, la première c'est que les germes qui pourraient tomber sur les feuilles seraient entraînés par la pluie elle-même, la seconde c'est que l'ébranlement des feuilles par la chute des gouttes d'eau condensée doit contrarier toute germination.

Donc la contamination ne se produira qu'après une pluie isolée ou après la pluie qui termine une période pluvieuse. L'observation dans la nature vient corroborer ces faits. Capus a noté plusieurs fois que la contamination coïncidait avec la fin d'une pluie, le plus souvent après une des dernières pluies d'une période pluvieuse, période qui a placé la vigne en état de récépitivité vis-à-vis du mildiou.

Notes de Pathologie végétale,

par M. GUYOT,
Ingénieur Agronome.

Au cours d'un séjour de quelques semaines d'été à Bussy, dans la Somme, j'ai noté les faits suivants :

1° Le *Cladosporium herbarum* a été fréquent sur les Blés, malgré la sécheresse exceptionnelle qui a régné cette année. Seuls les Blés très vigoureux ont été exempts de l'attaque de cette dématiée. Par contre, tous les Blés dont la végétation fut languissante, et, en particulier, ceux situés en terre se desséchant très vite (terre calcaires principalement) ont beaucoup souffert de ce champignon. L'attaque n'est pas restée localisée aux glumes, elle s'est manifestée aussi sur les grains.

2° Le *Fusarium culmorum* est assez répandu sur Orge et Avoine; il n'a jamais été observé sur le Blé. La tige atteinte est souvent versée. Tous les champs examinés ont présenté des attaques de ce champignon, lequel est cependant plus rare qu'ailleurs dans ceux où la végétation est belle.

3° Les vieilles luzernières sont souvent attaquées par l'*Urophlyctis Alfafæ*.

4° Des cas de dépérissement de l'Orme sont fréquents en Picardie.

Il est très facile de constater depuis quelques années dans la plaine picarde, un dépérissement très marqué d'une essence abondamment répandue dans la région, l'Orme. Et ce dépérissement amène, en de certains points, une proportion élevée d'arbres morts dans les groupements d'Ormes.

D'une enquête à laquelle je me suis livré à ce sujet, il ressort que la maladie a été observée pour la première fois, dans le courant de l'été de 1918.

On a constaté à cette époque dans certains taillis de jeunes Ormes le plus souvent associés à d'autres essences très variées, un brusque jaunissement des feuilles, suivi d'une chute complète de ces feuilles en l'espace d'une dizaine de jours. Depuis, de ces arbres ainsi frappés en pleine période de végétation, aucun n'a reverdi et l'aspect de ces arbres dont l'écorce se détache peu à peu des branches et dont le bois ressemble au bois mort, ne laisse plus de doute sur leur mort définitive.

L'attaque n'est pas restée localisée aux jeunes Ormes ; elle a sévi aussi sur les vieux arbres, et certains de ceux-ci dont le tronc mesurait plus de 1 mètre de circonférence n'ont point été exempts non plus.

Cependant les vieux arbres se sont montrés en général plus résistants à la maladie que les jeunes qui présentent une plus grande mortalité.

Il n'est même point rare d'observer aujourd'hui des Ormes, dont certaines branches ont perdu leur feuillage au début de l'attaque, n'ont plus reverdi depuis, et sont aujourd'hui complètement mortifiées, alors que d'autres branches du même arbre sont restées saines et n'ont souffert en aucune manière de la mort des parties voisines. De tels arbres chez lesquels le dépérissement ne fut que partiel, et qui présentent aujourd'hui à la fois des rameaux couverts de feuilles et de rameaux défeuillés, se rencontrent assez fréquemment.

Il n'y a pas de règle absolue relativement à la position des rameaux feuillés par rapport aux rameaux défeuillés chez de tels arbres. Ce peut être certaines branches du bas qui sont nues alors que le sommet de l'arbre reste vert. Cependant un cas s'observe plus fréquemment que les autres, le sommet de l'arbre est complètement défeuillé et mort, tandis que la partie inférieure est restée saine. Il se peut aussi qu'une portion de branche seulement soit attaquée, l'attaque dans ce cas débute toujours par la portion terminale.

Pour ce qui est des symptômes de la maladie, j'en ai déjà dit quelques mots plus haut en parlant des débuts de la maladie en 1918. Ils consistent toujours, au début en une dessiccation très précoce des feuilles, comme s'il s'agissait d'une sorte de

coup de chaleur ; ces feuilles, en effet, jaunissent plus ou moins, puis se couvrent de taches brunes, se replient sur elles-même, tout comme si elles avaient été grillées par le soleil. Parfois elles restent assez longtemps aux branches à cet état, sans jamais cependant dépasser la période où doit normalement se produire leur chute.

En 1918 même, car depuis le dépérissement n'a plus frappé de nouveaux arbres, la plupart des arbres qui furent atteints perdirent toutes leurs feuilles en l'espace de quelques jours ; cela fut surtout observé sur les jeunes Ormes. L'attaque se manifeste toujours moins violemment sur les vieux arbres, dont le dépérissement d'ailleurs n'est parfois que partiel, tandis qu'il est toujours total chez les jeunes arbres.

La maladie de l'Orme n'a jamais revêtu l'allure d'une épidémie ou même simplement d'une maladie contagieuse. D'ailleurs, elle comporte bien des inconnus. Rien en effet n'avait été observé avant 1918 : brusquement, cette année là, en pleine période de végétation, et en l'espace de quelques jours, un grand nombre d'Ormes accusent un dépérissement très marqué, allant jusqu'à la mort pour un grand nombre d'entre eux.

Depuis, aucun arbre nouveau ne fut atteint, et s'il y a encore nombre d'Ormes dépérissants, ils le sont depuis 1918. Pourquoi rien avant et pourquoi rien après ? Ainsi s'explique l'opinion ancrée dans l'esprit de maints de nos paysans, qui attribuent la maladie de l'Orme, les uns à la lueur des réflecteurs et projecteurs utilisés en ces mois de guerre, les autres à un empoisonnement de l'air par les gaz asphyxiants. Cela ne se discute même point, puisque les dépérissements d'Ormes s'observent fort loin de l'ancien front de combat. Quoi qu'il en soit, et bien que la maladie ait souvent évolué par taches, et que les Ormes morts soient le plus souvent groupés, il ne s'agit pas d'une épidémie.

D'une part, en effet, bien des Ormes restèrent indemnes en 1918, et il n'est point rare aujourd'hui de rencontrer des Ormes vivants près d'un groupe d'arbres morts. D'autre part, les conditions climatériques dans lesquelles s'est produite l'attaque de 1918 — temps sec et chaud — se sont renou-

velées depuis, et, en particulier cette année, sans que la maladie ait de nouveau évolué. Je tiens aussi à signaler le point suivant : il y eut dans la région, en 1918, sensiblement vers la même époque que celle où se produisit l'attaque des Ormes — mais je n'ai pu obtenir de précision à cet égard — une très violente chute de grêle, s'il y avait une influence de celle-ci, elle expliquerait ce fait que les Ormes atteints se trouvent groupés par taches.

L'Orme, même en mélange, est toujours la seule essence attaquée.

Les Ormes sont attaqués dans tous les milieux. S'ils sont, en effet, fréquemment malades le long des chaussées — où l'Orme est très abondant comme arbre d'alignement — ou près des maisons d'habitation, ils ne le sont pas moins en pleine campagne ou en forêt.

Je n'ai point remarqué non plus que la nature du sol ait une influence quelconque ; j'ai, en effet, rencontré des Ormes malades aussi bien dans des bas fonds plus ou moins humides qu'en terre calcaire sèche.

J'aborde maintenant la question, beaucoup plus délicate de l'état des tissus ligneux chez les arbres malades. C'est certainement le point le plus important du sujet et sur lui en grande partie repose, selon moi la solution du problème.

J'ai, en effet, remarqué qu'il existe une grande analogie entre cette maladie des Ormes et un certain dépérissement des noyers, qui a été constaté dans certaines régions de France et que M. Gard a signalé dans une communication écrite adressée à la Société de Pathologie végétale et parue dans le Bulletin de la Société, fascicule I de l'année 1921, cette analogie réside surtout dans l'examen microscopique des tissus malades. Comme M. Gard chez le noyer, j'ai constaté chez l'Orme que les branches des arbres malades présentent sur leur section transversale des zones brunes correspondant aux cycles des années dernières, et que ces zones montrent à l'examen microscopique un brunissement des membranes cellulaires et un dépôt de petites granulations colorées (brun, parfois noir) interne.

Les Ormes dépérissants présentent des symptômes de

nutrition défectueuse. L'aspect souvent grêle des rameaux malades, ainsi que la présence sur ces rameaux d'un feuillage plus ou moins fané et bruni, malgré les bonnes conditions de végétation de certaines autres parties encore saines de l'arbre semblent être l'indice de troubles du métabolisme.

Si le dépérissement de l'arbre était toujours total, sa cause ne pourrait elle pas en être recherchée dans une altération des racines? Mais je n'ai jamais rien rencontré de particulier sur les racines des Ormes malades, pas plus que je n'ai constaté une influence quelconque du sol, soit par sa composition chimique, soit par ses conditions d'humidité.

Les Maladies des Pommes de terre dans les Hautes-Pyrénées (août-septembre 1921),

par J. **DUFRÉNOY**,

Ingénieur Agronome, Chef des Travaux à la Station de Pathologie végétale de Paris.

Le département des Hautes-Pyrénées permet d'étudier l'influence de l'altitude sur la Pomme de terre : les cultures s'y étagent des vallées de Tarbes et de Lourdes jusqu'à 1.500 mètres dans les hautes vallées pyrénéennes.

Dans la vallée de Barèges, l'état de la végétation, en août, est beaucoup plus satisfaisant que l'été précédent ; après les sécheresses de juillet, les pluies abondantes d'août favorisent la végétation ; la floraison se poursuit jusqu'au début de septembre.

A la limite supérieure de la culture nous trouvons quelques pieds vigoureux et sains : à Souriche, 1.500 m., chez M. Broueilh qui conserve ses semences depuis 10 ans, à Lumière (1.300 m.), chez M. Midan, Jacques (Institut de Bauvais acheté à Tarbes en 1912). Plus bas, à Sers, un champ paraît entièrement sain.

Partout ailleurs l'Enroulement se manifeste sur tous les pieds, sous forme primaire, ou secondaire, aboutissant au nanisme.

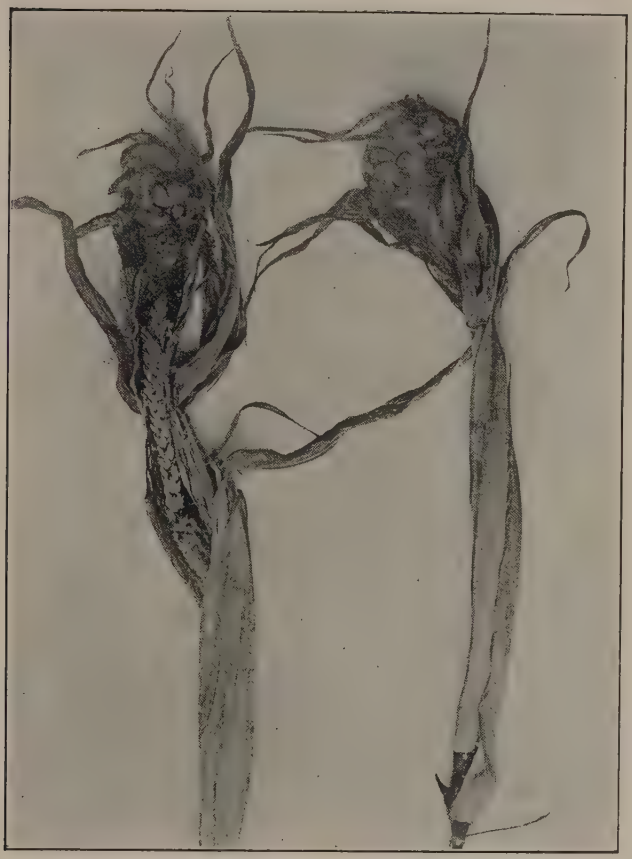
La Panachure infectieuse est exceptionnelle ; nous n'observons pas de Mosaïque : les maladies cryptogamiques semblent sans importance; nous ne retrouvons pas le « Streak » abondant en 1920.

L'Enroulement, sous la forme primaire, peut passer inaperçue au début d'août, et devenir manifeste au début de septembre.

Dans les vallées de Luz, Pierrefite, Argelès, l'Enroulement atteint toutes les pommes de terre visitées.

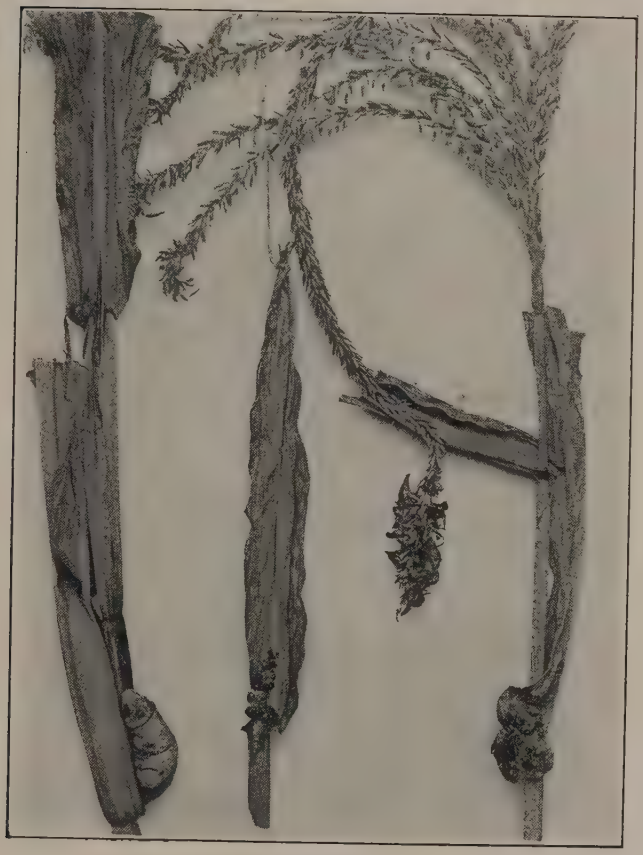
En résumé, l'altitude paraît sans grande action sur le développement de l'Enroulement. Dans un même champ on trouve des régions où les pieds sont indemnes, d'autres où l'Enroulement sévit, ou plus souvent des régions où l'Enroulement est primaire, d'autres où il est secondaire ou tertiaire. Le seul facteur est l'origine des semences.

Partout où nous avons pu nous en informer, les semences produites sur la propriété ont donné des plantes plus vigoureuses que les semences importées. Le renouvellement des semences, tel qu'il est pratiqué actuellement, semble funeste.



Maïs panaché.

Cultivé dans les parterres du Muséum, attaqué par le Charbon du Maïs (*Ustilago Maydis*).
Echantillons portant des tumeurs sur les inflorescences devenues androgynes.



Maïs panaché.

Cultivé dans les parterres du Muséum, attaqué par le Charbon du Maïs (*Ustilago Maydis*).

Echantillons portant des tumeurs sur les gaînes, les feuilles, les panicules mâles.

Maïs panaché.

Cultivé dans les parterres du Muséum, attaqué par le Charbon du Maïs (*Ustilago Maydis*).

Plantillons portant des tumeurs. Les inflorescences sont devenues androgynes : celle de droite présente un épis femelle dont l'axe s'est prolongé pour porter des fleurs mâles ; celle de gauche est constituée par un épi femelle, surmonté d'un axe ramifié portant des fleurs mâles, et cet axe se termine par un épi femelle.

Présentation d'échantillons du Maïs attaqués par le Charbon du Mays et à inflorescences androgynes,

par M. D. BOIS,

Professeur au Muséum.

On sait que le Maïs est fréquemment attaqué par le Charbon du Maïs (*Ustilago Maydis* Corda), qui détermine sur les gaînes, les feuilles, les panicules mâles, les épis femelles, des tumeurs de forme et de grosseur variables, parfois très volumineuses.

Les échantillons que j'ai l'honneur de présenter appartiennent à la variété désignée sous le nom de *Maïs panaché*, que nous cultivons au Muséum pour l'ornement des parterres en raison de la beauté de son feuillage. Ils ont été récoltés sur deux plantes dont tous les organes ont été fortement parasités, comme on peut s'en rendre compte.

L'intensité de l'infection a déterminé sur ces Maïs des anomalies florales remarquables. C'est ainsi que, dans quelques cas, les panicules mâles portent des fleurs femelles sur certaines de leurs ramifications. Dans d'autres cas, l'axe de l'épi femelle s'est allongé ; il porte immédiatement au-dessus de l'épi femelle des ramifications chargées de fleurs mâles et est terminé au sommet par un épi femelle.

Des modifications sexuelles s'observent fréquemment chez le Maïs, provoquées par des influences diverses, mais je n'ai jamais eu l'occasion d'en voir d'aussi nettement accusées. C'est la raison pour laquelle je mets ces échantillons sous vos yeux, en les accompagnant de photographies qui en reproduisent les principales particularités (Pl. I, II, III).

7 octobre 1921.

Une grande invasion de Nonne : **Lymantria monacha** *dans les Forêts de Tchéco-Slovaquie,*

par M. Maurice MANGIN,

Inspecteur des Eaux et Forêts.

Au cours d'une mission en Tchéco-Slovaquie, nous avons pu constater le long du chemin de fer de Cheb à Prague, les dommages considérables causés dans les forêts Tchécoslovaques par un insecte, le *Lymantria monacha*, ou Nonne. Sur l'invitation du Ministre de France nous sommes allé visiter un certain nombre de forêts plus ou moins atteintes, nos constatations ont été partout les mêmes,

En Moravie, l'invasion de la Nonne ne se manifeste que par quelques foyers épars où les mesures énergiques prises, notamment la création de bandes d'isolement, semblent devoir la localiser.

La Slovaquie paraît, jusqu'à présent du moins, rester indemne.

En Bohême, par contre, les ravages de la Nonne sont terribles ; certains massifs forrestiers sont presque anéantis. A Sbirov, par exemple, les forêts du domaine du Comte de Colorédo-Mansfeld se répartissent en onze cantons, couvrant 21.832 hectares et produisant annuellement 98.000 mètres cubes à réaliser sur 250 hectares ; la Nonne a :

anéanti complètement	1.687	hectares.
dévoré à moitié	1.756	—
dévoré sur un tiers	2.865	—
attaqué sporadiquement	8.129	—
soit au total	14.429	— (66 % de

la superficie du Domaine), dont 6.250 hectares sont à abattre immédiatement à blanc étoc si l'on veut sauver les bois ayant

atteint les dimensions commerciales des attaques consécutives des coléoptères et hyménoptères xylophages.

Les peuplements feuillus ont été attaqués comme les peuplements résineux ; toutefois, le dommage est moindre pour les feuillus, dont bon nombre peuvent refaire leur foliaison, que pour les végétaux à feuilles aciculaires qui sont irrémédiablement perdus et doivent être réalisés quel que soit leur âge et leur valeur marchande.

Les ravages de la Nonne ont été aggravés partout où l'on applique les méthodes culturales forestières allemandes : peuplements purs, équiennes et non éclaircis ; au contraire, dans de belles futaies feuillues et résineuses, soigneusement éclaircies et régénérées suivant la méthode française, peuplements presque toujours mélangés, les effets de la Nonne sont beaucoup moins sensibles, et n'entraîneront nul part de recépage à blanc étoc.

Nous avons pu constater aussi que l'exceptionnelle sécheresse de cette année a considérablement aggravé les dégâts de la Nonne principalement en ce qui concerne les massifs d'épicéa et de mélèze.

Les végétaux les plus atteints par la Nonne sont : l'épicea, le pin sylvestre, et les autres conifères indigènes, puis le bouleau, le chêne, le hêtre, le charme, l'aune, le pommier.

Le tilleul et le poirier nous ont été signalés comme peu attaqués. En divers points très ravagés, le frêne, l'orme et le *Pseudotsuga Douglasii* sont restés indemnes.

Les ravages de la Nonne ont commencé depuis trois ans en Bohême et paraissent avoir atteint leur maximum d'intensité en 1921 ; il y a lieu d'espérer que le développement de cet insecte sera rapidement arrêté sous l'influence de deux maladies infectieuses encore peu connues : la Polyédrie (Polyederkrankheit, Wipfelkrankheit, Wilt Disease) et la Flacherie, maladies d'autant plus actives qu'elles s'attaquent à des insectes chez lesquelles le développement excessif de l'espèce a amené des traces nettes de dégénérescence.

L'invasion actuelle de la Nonne en Tchéco-Slovaquie a, une fois de plus, démontré la difficulté d'arrêter le développement de cet insecte et de sauver les massifs atteints. Les

seuls moyens de combat que nous ayons retenus comme efficaces, encore que très coûteux, sont :

1° La création de larges bandes d'isolement avec fossé, autour des points d'attaque ;

2° L'application sur les troncs d'arbres d'un anneau de Raupenleim ou de tanglefoot.

Ces deux mesures, employées simultanément, ont été excellentes là où l'invasion débutait, pour localiser les points d'attaque, et d'autre part elles ont permis, partout où le développement de la Nonne avait atteint son maximum d'intensité, de détruire des quantités considérables de chenilles qui, poussées par la faim et gênées par les anneaux gluants, cherchent à sortir de la zône isolée et tombent par millions au fond du fossé où on les détruit au moyen de substances ou liquides insecticides.

3° Les pulvérisations d'arséniate de plomb dans les pépinières et dans les jeunes plantations ont donné des résultats satisfaisants au point de vue économique sans qu'un accident de personne ait jamais été signalé.

4° Le développement et la propagation des deux maladies appelées la Polyédrie et la Flacherie. Ce sont en somme ces deux maladies infectieuses qui vont mettre fin à l'invasion actuelle de la Nonne en Tchéco-Slovaquie, comme ce sont elles qui ont généralement terminé les invasions antérieures. Bien que très étudiées, elles restent peu connues et on ignore encore la cause et les processus exacts de contamination.

Les Tchéco-Slovaques paraissent avoir réussi à propager artificiellement ces deux maladies. Partout où elles étaient signalées, ils ont fait ramasser, sous les arbres, les corps de chenilles mortes, leurs excréments, le tout mêlé à du terreau forestier ; par dessiccation simple à l'air, ils ont obtenu une matière pulvérulente noirâtre qu'ils ont répandue partout où l'on signalait la Nonne : en des points très éloignés où l'on n'avait jamais signalé la Polyédrie ou la Flacherie, les chenilles sont tombées malades quelques semaines après l'épandage de la poussière contaminatrice.

En France, la Nonne est signalée comme existant normale-

ment à l'état sporadique dans la plupart de nos départements ; pourtant, si elle a commis des dégâts assez importants en Belgique il y a deux ans, elle n'a jamais jusqu'ici envahi notre pays. Il ne faudrait pas en déduire que nous sommes à l'abri d'une invasion de ce papillon ; en effet nous ignorons encore pour quelles causes sous quelles influences, certaines races de *Lymantria Monacha*, certains individus se multiplient subitement et périodiquement en un point quelconque de l'Europe, dans une proportion telle qu'on a pu compter plus de 30.000 chenilles vivant sur un seul arbre et, qu'à l'éclosion des papillons, leur nombre est si grand qu'il donne l'impression d'une chute de grosse neige en forêt, impression que nous avons nettement eue à Sbirov.

Quand donc une invasion de Nonne est signalée en Europe, nos forêts résineuses de France sont, par le fait, sous la menace d'y voir émigrer, ou se développer en masse, après introduction, la race de Nonne des régions atteintes. En admettant que nos méthodes culturales forestières françaises diminuent la gravité et l'importance des dégâts d'une invasion de la Nonne, il n'en est pas moins indispensable de prendre quelques mesures préventives pour protéger nos belles sapinières et pessières de l'Est.

L'introduction en France des Nonnes de Tchéco-Slovaquie ne peut guère se faire que sous forme d'œufs, de chrysalides ou de jeunes chenilles apportées avec des fragments d'écorce; pour l'éviter, nous estimons qu'on devrait momentanément interdire l'importation chez nous de bois en grume sous écorce en provenance de Tchéco-Slovaquie.

L'industrie sucrière est une des principales richesse de la Tchéco-Slovaquie; or cette année, tandis que la Nonne anéantissait des forêts entières en Bohème, un autre papillon, appartenant à la famille des Pyralidæ, le *Phlyctænocles Sticticalis*, risquait de compromettre les cultures de betteraves des régions méridionales de la Tchéco-Slovaquie. Dans certains endroits, l'insecte a été assez abondant non seulement pour dévorer les betteraves, mais pour s'attaquer aux prés voisins et enfin aux forêts dont les lisières

ont beaucoup souffert, toutes les aiguilles des résineux étant mangées, sauf celles du *Pinus Austriaca* qui est resté indemne ; les dommages ont été particulièrement importants dans la riche province de Hanna, au sud d'Olmutz, et dans le sud de la Moravie.

Il ne semble pas que des mesures sérieuses aient été prises pour lutter contre cette invasion qui d'ailleurs est en voie de décroissance.

Sur une invasion des Céréales au Maroc par la **Sesamia nonagrioides,**

par E. MIÈGE,

Inspecteur général de l'Agriculture au Maroc.

La présence de la *Sesamia nonagrioides* a déjà été signalée à différentes reprises au Maroc, en particulier à la station d'Azemmour en 1891, sur la canne à sucre, et en 1919, par VAYSSIÈRE, sur la même plante, à Rabat.

En 1920, je l'ai trouvée en abondance, et dans la plupart des régions, sur le maïs et sur le sorgho, qui constituent une culture importante dans ce pays, où ils couvrent une superficie d'environ 200.000 hectares ; les dégâts que j'ai pu observer atteignent dans certains cas, 15 et même 20 % des emblavures. Le même insecte menace de causer, cette année, de nouveaux dégâts dans les cultures précitées ; mais l'objet spécial de cette note est d'appeler l'attention sur l'invasion des blés et des avoines par la Sésamie, observée en 1921 à la Station expérimentale de Rabat.

L'attaque a été remarquée au début d'avril dans les carrés de collections et de plantes pédigrées ; peu de temps après, les pieds atteints présentaient des caractères extérieurs d'un échaudage prématuré, la tige et les épis blanchissaient, tandis que les autres restaient verts et dressés. Un examen attentif montra l'existence, dans le chaume, d'une grosse chenille blanche rappelant exactement celle de la Sésamie et qui, mise aussitôt en élevage, donna naissance à un papillon. Malgré la conviction que ces parasites étaient bien des Sésamies, cette espèce n'ayant jamais, à ma connaissance, été signalée sur les genres *Triticum* et *Avena*, un exemplaire en fut adressé à M. VAYSSIÈRE, Directeur-adjoint de la Station entomologique de Paris, qui, très obligemment, voulut bien l'examiner et confirmer l'identification sommaire que j'avais pu faire.

L'invasion eut lieu sur les blés et les avoines, à l'exclusion des orges, pourtant voisines, et elle affecta particulièrement les blés durs, parmi lesquels les variétés suivantes furent surtout attaquées : B. de Mayorque, Arnasuka, Trigo glutinoso, Early Russian, dur de Bouffarik et dur de Médéah, plus quelques pédigrées marocaines ; un certain nombre de lignées pures d'avoine grise furent également endommagées. Dans ces sortes, environ 20 % des tiges furent détruites et, dans l'ensemble, les dégâts purent être évalués, approximativement, entre 5 et 25 % de la récolte.

L'attaque semble avoir lieu au niveau des nœuds, à la limite inférieure et immédiate desquels persiste l'orifice d'entrée ; la chenille se déplace de bas en haut, en rongeant les tissus, les détritus et les excréments remplissant la cavité des chaumes et s'échappant, en partie, par l'ouverture susindiquée ; elle traverse parfaitement les cloisons des nœuds successifs, mais s'arrête généralement au milieu de l'entre-nœud supérieur, à vingt centimètres au moins de la naissance de l'épi. On la trouve d'ailleurs rarement dans les mérithales inférieurs et, au début de l'invasion, on ne le rencontre guère qu'au sommet du chaume.

J'ai observé que la Sésamie se développait beaucoup mieux dans les blés à paille pleine (où elle se déplace, du reste, bien moins) ; c'est ce qui explique pourquoi je ne l'ai trouvée que sur *E. durum*. Elle semble, d'autre part, mal à l'aise dans les chaumes très étroits de ces plantes, alors qu'elle est accoutumée à disposer, dans la canne à sucre, le maïs et le sorgho, qui sont ses hôtes habituels, de plus d'espace et plus de nourriture ; son diamètre est, en effet, égal à celui de la tige des principales variétés attaquées, surtout dans les entre-nœuds supérieurs, où cependant, elle est plus répandue. C'est vraisemblablement, parce qu'elle trouve, à ce niveau, des tissus plus jeunes et plus riches qu'on l'y rencontre plus fréquemment, et c'est sans doute, pour la même raison qu'elle n'envahit guère que les blés durs, dont la paille pleine leur offre une alimentation plus abondante et plus substantielle que la tige creuse et plus fine des blés tendres.

Une autre constatation qui tendrait à prouver que la Sézamie est dépaysée dans son nouvel habitat est celle du petit

nombre d'individus qui peuvent atteindre leur complet développement. Si les chenilles furent relativement très nombreuses, les nymphes et les papillons furent, par contre, extrêmement rares, — au moins *in situ* - et il fut assez difficile de trouver des pupes pour la mise en élevage. qui dut, pour cette raison, partir ordinairement de la chenille ; celles-ci, prélevées au moment où elles se préparaient à se chrystalider, mirent 22 jours pour donner un papillon ; l'éclosion de celui-ci eut lieu 13 jours après la mise en incubation de la pupe (du 9 au 22 mai).

En place, la plupart des chenilles meurent avant d'avoir pu se transformer et on trouve leur cadavre, noirci, desséché ou comme momifié, au milieu des débris qui l'entourent et qui remplissent la cavité du chaume. A mon avis, cette mort prématurée reconnaîtrait deux choses principales : 1° une véritable inanition, résultant d'une disproportion entre les besoins considérables de la très grosse chenille de la Sésamie et des ressources relativement faibles dont elle peut disposer dans une mince tige de blé ; 2° un parasitisme très accentué. En effet, tous les cadavres sont envahis par des parasites, qu'il m'a été très facile d'isoler et d'élever, mais dont la détermination n'a pas encore été faite.

En résumé : il résulte de ces observations que la *Sesamia nonagrioides*, considérée, jusqu'ici comme n'attaquant que le maïs, le sorgho et la canne à sucre, est commune au Maroc sur ces différentes cultures, et qu'elle peut. en outre, y envahir le blé et l'avoine, et particulièrement les variétés du *Triticum durum* Toutefois, ce parasitisme, récent et nouveau, est en quelque sorte accidentel, et l'insecte n'y est pas encore parfaitement adapté ; l'avoine et le blé semblent n'offrir à la chenille qu'un habitat précaire, qui ne met à sa disposition qu'un espace et une nourriture insuffisante et c'est probablement pour les augmenter qu'elle s'adresse, de préférence, aux blés durs, qui sont plus développés et plus substantiels. En tout cas, dans ces variétés au moins, les dégâts — qui consistent dans l'*avortement complet* des grains — sont très importants et peuvent affecter 25 % de la récolte.

Enroulement et Leptonécrose,

par M. Et. FOEX,

Directeur de la Station de Pathologie végétale de Paris.

Au cours d'une visite faite dans un des champs d'expérience de M. le Professeur QUANJER, à Wageningen (Hollande), j'ai fait des prélèvements d'échantillons destinés à essayer de contrôler l'existence d'une corrélation entre l'Enroulement et la Leptonécrose.

Les matériaux que j'ai récoltés proviennent de diverses variétés et ont été prélevés sur des plantes saines ou bien atteintes soit d'enroulement, soit d'autres affections.

Chaque échantillon consistant en un fragment de pétiole était placé dans un sac portant un numéro dont j'étais seul à connaître la signification.

M. QUANJER a fait des coupes dans ces pétioles et les a examinées à loisir.

Il m'a ensuite envoyé les résultats de son examen. Pour indiquer le degré de gravité de la Leptonécrose, il a employé une échelle allant de 0 à 10. La note donnée est d'autant plus élevée que la Leptonécrose est plus accentuée.

(0 correspond à une plante indemne).

De ce tableau il semble ressortir qu'il existerait une remarquable corrélation entre l'Enroulement et la Leptonécrose. Des individus, qui présentent d'autres affections que l'Enroulement (Mosaïque, Crinckle, « Duke of York mosaïque », « Aucuba mosaïque », etc.), ne se sont pas montrés affectés de Leptonécrose.

Numéros	Nom de la variété et pays d'origine	Numéro en champs d'expérience	Observations	Notes données par M. QUANJER
6	Mc Cormick (Am)	729	Enroulé	8
3	Kohinohr (Ho)	594	Enroulé	5
4	Gloriosa (All)	253	Enroulé	9
8	Parnassia (All)	94	Enroulé	8
20	Lembkes auf der Höhe (All)	89	Enroulé	7
7	Lembkes auf der Höhe (All)	89	Sain	0
17	Bleue de Zélande (Ho)	58	Enroulé	6
18	Kruisling (Ho)	60	Enroulé	5
10	Duke of York (Ang)	739	Non pas véritable enroulement, mais enroulement marginal	0
19	Bravo	728	Crinckle	0
5	Bravo	727	Duke of York mosaïque	0
16	Paul Kruger (Ho)	G. 416. II	Aucuba mosaïque	0
2	Kruisling (Ho)	138	Sain	0
15	Bleue de Zélande (Ho)	239	Sain	0
9	Mc Cormick (Am)	779	Sain	0
14	Kohinohr (Ho)	587	Sain	0
11	Parnassia (All)	283	Sain	Seulement à un endroit fortement mais non typiquement nécrosé ; les autres faisceaux libériens sains.

Remarque : All = Allemagne ; Am = Amérique ;
Ang = Angleterre ; Ho = Hollande.

Séance du 4 novembre.

La séance est ouverte sous la présidence de M. le Professeur Marchal, *Président.*

Excusés : MM. Prosper Gervais et Foëx.

Le procès-verbal de la dernière séance est adopté après lecture.

Vote au sujet des présentations faites dans la dernière séance, sont admis :

MM.

Bovet, Antoine, 16, rue de l'Arquebuse, Autun.

Chrestian, Professeur à l'Institut agricole algérien de Maison Carrée.

Duboys, Professeur à l'Ecole Nationale d'Agriculture de Rennes.

L'Abbé Chevalier, Chanoine à Autun, Président de la Société d'Histoire naturelle d'Autun.

Tschaën, Professeur à l'Ecole d'Agriculture de Hyères.

Barbey, Expert-Forestier, Montcherrand-sur-Orbe, canton de Vaud (Suisse).

La Société décide d'inscrire à l'ordre du jour de la séance du 2 décembre la question de la toxicité du cuivre.

Correspondance imprimée — Isaakidès.— « Dégâts causés par le *Dacus* à la production oléicole ». (Rapport adressé au Ministre de l'Agriculture de Grèce, le 4 avril 1921, par M. Constantin A. Isaakidès Inspecteur général de Phytopathologie (édition grecque et édition française).

Office of Pathological collections *Pathological herbarium Notes*, n° 1, décembre 1920 (Bureau of Plant Industry), Etats-Unis d'Amérique.

Bulletin mensuel des Renseignements agricoles et des Maladies des Plantes. Institut international d'Agriculture, année XII, n° 9, septembre 1921.

A. Lendner — « A propos de l'hétérothallisme des Coprins » (extrait du *Bulletin de la Société botanique*, Genève).

A. Lendner. — « Le parasitisme du *Spinellus macrocarpus* Karsten » (extrait du *C.R. des Séances de la Société de Physique et d'Histoire naturelle de Genève*, vol. 38, n° 1, janvier-mars 1911).

A. Lendner. — « Un Champignon parasite sur une Lauracée du genre *Ocotea* » (communiqué en séance du 10 février 1919).

A. Lendner.— « Les gales de la Pomme de terre » (extrait du *Journal d'Horticulture Suisse*, janvier 1920).

Communications diverses. — M. le Dr Magrou présente un important Mémoire « Symbiose et tubérisation » qu'il consacre à la question de la tubérisation en rapport avec le développement des champignons.

M. Ducomet présente des échantillons de Betteraves attaqués par un Oïdium (espèce indéterminable faute de périthèces), il rappelle que les Erysiphacées ont déjà été signalées sur cette plante.

L'oïdium de la Pomme de terre, qu'il a signalé l'an dernier, s'est répandu cette année et a causé des dégâts importants dans certaines régions ; certaines variétés y sont particulièrement sensibles. A Grignon, il s'est formé des périthèces, mais encore immatures, ce qui ne permet de déterminer l'espèce avec certitude.

M. le Professeur Costantin a chargé M. Morquer de présenter à la Société une pomme de terre atteinte de gale. M. Arnaud indique qu'il s'agit de la gale commune, maladie attribuée à certaines espèces d'*Actinomyces*.

Sur le sol dans lequel sont semées des Châtaignes d'Extrême-Orient, expédiées par M. Miéville, M. Couderc a toujours vu se développer un Myxomycète dont la détermination a été confiée à M. Buchet.

En lisant divers ouvrages, M. Couderc a trouvé trois exemples de la résistance au froid procurée par la greffe.

Deux dans Thouin et une dans Hericy, qui dit qu'au Muséum le Pistachier résiste au froid lorsqu'il est greffé sur Térébinthe, tandis qu'il succombe lorsqu'il est franc de pied.

Envoi d'échantillons. - Herbier d'Erysiphacées adressé par M. Bancaud, Pharmacien :

Sphærotheca Humuli (D. C.) Burr.	sur *Humulus lupulus.*
Sphærotheca Humuli (D. C.) Burr.	— *Spiraea Ulmaria.*
Sphærotheca Humuli (D C.) Burr.	— *Sanguisorba officinalis.*
Erysiphe Polygoni D. C.	— *Convolvulus arvensis.*
Erysiphe Polygoni D. C.	— *Brassica* sp.
Erysiphe Polygoni D. C.	— *Angelica silvestris.*
Erysiphe cichoracearum D. C.	— *Senecio vulgaris*
Erysiphe cichoraccarum D. C.	— *Inula salicina.*
Erysiphe tortilis (Wallr.) Fr.	— *Cornus Mas.*
Uncinula Salicis (D. C.) Wint.	— *Populus Nigra.*
Microsphæra Astragali (D. C.) Trev.	— *Astragalus* sp.
Microsphæra grossulariæ (Wallr.) Lév.	— *Ribes* sp.
Phyllactinia Corylea	— *Cornus Mas.*
Phyllactinia Corylea	— *Fraxinus excelsior.*

Echantillons adressés par M. Chassignol :

Crown gall	sur Betterave.
Phyllactinia Corylea	— Noisetier.
Oidium de *Microsphæra quercina*	— Chêne.
Erysiphe cichoracearum	— Salsifis.
Ustilago Maidis	— Maïs.
Noirs : *Alternaria* et *Cladosporium*	
Uromyces Fabæ	— Fève.
Œcidium Ranunculacearum	— *Ranunculus repens.*

M. Routier adresse un échantillon du *Peridermium Pini* sur Pins.

M. Lemée adresse une très belle collection de monstruosités.

Oïdium de la Pomme de terre et Oïdium de la Betterave,

par V. DUCOMET,

Professeur à l'Ecole nationale d'Agriculture de Grignon.

Dans le *Bulletin* d'avril-juin de l'année dernière, j'ai signalé l'attaque de la Pomme de terre par un oïdium indéterminé que j'avais observé à l'automne de 1917 dans le Lot-et-Garone. Quelques mois après ma communication, le parasite était retrouvé a Grignon et je constatais son extension dans le sud-ouest. Mais la maladie paraissait rester sans importance pratique. Or, cette année, elle s'est considérablement aggravée et probablement étendue. Mon collègue de l'Ecole d'Agriculture de Rennes, M Dubois, m'a dit l'avoir observée au mois d'août en Bretagne, dans la région de Pontivy et M. Arnaud vient de m'apprendre qu'il l'a retrouvée à Vitry-sur-Seine, en fin de saison.

Il est à craindre que cet oïdium compte désormais parmi les ennemis dangereux de la Pomme de terre. Dans le Lot-et-Garonne, comme à Grignon, la première invasion a eu lieu après la reprise de végétation qui a suivi les pluies du commencement d'août. Dans le sud-ouest, en Bretagne et à Grignon, l'Industrie s'est montrée particulièrement sensible jusqu'au commencement de septembre. Dans nos cultures du centre d'expérimentation de Grignon, en même temps que l'Industrie, quelques variétés anglaises telles que *The factor* et *Majestic* ont été fortement atteintes. Mais plus tard, la Saucisse qui n'avait que quelques feuilles malades le 4 septembre et cela au voisinage immédiat de l'Industrie a été violemment attaquée, au point d'avoir son feuillage grillé avant la fin du mois. Par contre, d'autres variétés, telles que l'Institut de Beauvais, n'ont pas été touchées.

Une observation intéressante au point de vue pratique

mérite d'être rapportée. Des expériences de traitement du *Phytophtora* avaient été entreprises dans une culture de Saucisse. Des traitements cupriques ont été effectués le 20 juillet, le 12 et le 25 août. L'oïdium a été insignifiant dans la parcelle traitée à cette dernière date. Pour cette espèce comme pour d'autres, le *Sphærotheca Mors-Uvæ*, par exemple l'action fungicide de composés cupriques paraît certaine.

Vu l'accroissement de gravité de l'oïdium de la Pomme de terre, il me paraît utile de signaler l'attaque de la Betterave par une autre espèce également indéterminée. La 1re observation a été faite à Grignon par mon chef de travaux, M. Crépin, au début du mois dernier dans un champ de Betteraves sucrières et je viens de retrouver la maladie en Brie (Mormant, Seine-et-Marne). Nous ne l'avons observée que sur des pieds isolés ; les dégâts ont été insignifiants. Mais en sera-t-il toujours ainsi ? (1)

Quel est cet oïdium ? Nous n'avons observé jusqu'ici que la forme conidienne, de telle façon qu'il est impossible de se prononcer.

En Bohême, en 1902, Vanha a signalé un *Microsphæra Betæ* nov. sp. Depuis cette époque, en 1913, l'*Erysiphe Polygoni* a été signalé à Tiflis (Caucase), par Newodowski. D'après l'examen des conidiophores, il ne s'agirait pas de cette espèce, mais nous n'oserions pas affirmer encore qu'il s'agit du *Microsphæra* de Vanha.

Nous sommes aussi embarrassé que pour l'oïdium de la Pomme de terre. Ce dernier, il est vrai, a formé des périthèces cette année. Les premiers ont été observés le 29 août à Grignon. Malheureusement nous n'avons pas pu découvrir encore des asques mûrs, de telle façon que le doute persiste. Il s'agit vraisemblablement de l'*Erysiphe Cichoracearum* ou d'une forme voisine correspondant peut-être à l'*Erysiphe Solani*, signalé sans description par Vanha, en 1902, mais il serait imprudent de l'affirmer.

(1) Depuis la rédaction de cette note (4 novembre), le parasite a été observé sur Bette dans le potager de Grignon.

Séance du 2 décembre 1921.

La séance est ouverte sous la présidence de M. le Professeur Marchal, membre de l'Institut, *Vice-Président*.

Le procès-verbal de la séance de novembre est adopté après lecture.

Excusés : MM. Fron, Prosper Gervais, Mirande, Ravaz, Roux.

Présentation de candidatures nouvelles :

M. Ernst Gram, Statens Plantpathlogiske Fersog Lingby (Danemark), présenté par MM. Ducomet et Foëx.

Cand. real Ivar Jorstad, Statsmykolog, Christiania (Norwège), présenté par MM. Ducomet et Foëx.

M. Jean D. Raftopoulos, 11, rue Claude Bernard, Paris, 5e, présenté par MM. Arnaud et Foëx.

Résultats du vote relatif au renouvellement du Bureau et du Conseil d'administration

Sont élus :

Vice-Président.....	M. le Professeur Dangeard, membre de l'Institut.....	56 voix.
Secrétaire général .	M. Et. Foëx, Directeur de la Station de Pathologie végétale	57 —
Secrétaires.....	M. Maublanc, Chef des travaux à l'Institut national agronomique.	59 —
	M. P. Vayssière, Directeur de Station entomologique	58 —
Trésorier.....	M. P. Biers, Préparateur au Muséum.	59 —

Archiviste... ..... M. le Dr Magrou, Docteur ès-sciences..... ... 58 voix

Membres du Conseil d'administration

M. le Professeur Blaringhem. .... 59 -
M. G. Arnaud, Sous-Directeur de la Station de Pathologie végétale... . .. . 59 —
M. Jacques de Vilmorin, Membre de l'Académie d'Agriculture .... 58 -

Ont en outre obtenu pour :

La *Vice-Présidence*..	M. le Professeur Molliard.....	2 —
	M. Et. Foëx	1 —
Le *Secrétariat général*.....	M. P Gervais ..	1 —
--	M. J. Dufrénoy..	1 —
Le poste d'*Archiviste*	M. J. Dufrénoy..	1 —
Le *Conseil d'administration*.	M. le Professeur Molliard.	2 —
	M. J. Dufrénoy..	2 —
	M. P. Gervais.. .	1 --

Noms des personnes ayant pris part au vote :

MM.	MM.
Biers, à Paris.	Cousin, à Soissons.
Blaringhem, à Paris.	Chateau, à Matour.
Basset, à Paris.	Dangeard, à Paris.
Boyer, à Montpellier.	Decrock, à Marseille.
Bezssonoff, à Paris.	Ducomet, à Paris.
Bois, à Paris.	Dufrénoy, à Paris.
Beauverie, à Clermont-Ferrand.	Feytaud, à Bordeaux.
Bonafé, à Châteauroux.	Foëx, à Paris.
Chassignol, à La Boulaye.	Guinier, à Nancy.
Cotte, à Marseille.	Gain, à Nancy.
Costantin, à Paris.	Gard, à Bordeaux.
Chabrolin, à Paris.	Gaumont, à Montargis.
Charpentier, à Paris.	Gervais, Prosper, à Paris.

MM.

Hée, à Strasbourg.
Houard, à Strasbourg.
Killiam, à Strasbourg.
Lesne, à Paris.
Mme P. Lemoine, à Paris.
Lagarde, à Strasbourg.
Larcher, à Paris.
Lavergne, à Vichy.
Lemée, à Alençon.
Loubet, à Paris.
Mail, au Hâvre.
Magrou, à Paris.
Mangin, à Paris.
P. Marchal, à Paris.
Marié, à Paris.
Maublanc, à Paris.
Mirande, à Pau.
Molinas, à Antibes.

MM.

Moreau, à Nancy.
Morquer, à Toulouse.
Noury, à Bois-Guilbert.
Peltereau, à Vendôme.
Perret, à Merle.
Poutiers, à Menton.
Rabaté, à Paris.
Roblin, à Flamboin.
Roux, à Paris.
Routier, à Sartrouville.
Semichon, à Paris.
Soursac, à Perpignan.
Tisserand, à Paris.
Truffaut, à Versailles.
Thuilleaux, à la Celle St-Cloud.
Vayssière, à Marseille.
(un non illisible).

Echantillons adressés par M. Noury, à Bois-Guilbert, près Buchy (Seine-Inférieure) :

1° *Œcidium leucospermum* D. C. sur *Anemone nemorosa* L.
2° *Puccinia fusca* Walter sur *Anemone nemorosa* L.
3° *Œcidium ranunculacearum* D. C. sur *Ficaria verna* Huds.
4° *Puccinia Adoxæ* Hedw. sur *Adoxa Moschatillina* L.
5° *Tylenchus Tritici* sur *Triticum sativum*.

Est inscrite à l'ordre du jour de la Société, la question de la toxicité du cuivre.

De nombreux chimistes, biologistes, agronomes ont bien voulu répondre à l'invitation qui leur a été adressée par la Société Certains se sont fait excuser. Ce sont :

MM. Cassez, Inspecteur général de l'agriculture : Fillaudeau, Directeur du Laboratoire central de la Répression des Fraudes ; Fonzes-Diacon, Professeur à l'Ecole Supérieure de Pharmacie de Montpellier ; Guillon, Inspecteur général de l'agriculture ; Grimbert, Professeur à l'Ecole

Supérieure de Pharmacie de Paris ; Leroux, Inspecteur général de l'agriculture ; Lindet, Membre de l'Institut, Professeur à l'Institut national agronomique ; Manceau, Directeur du Laboratoire Œnologique de Champagne ; Prudhomme, Directeur de l'Ecole Supérieure d'Agriculture coloniale ; Radais, Professeur à l'Ecole Supérieure de Pharmacie ; A. Villier, Professeur à l'Ecole Supérieure de Pharmacie.

Résumé des discussions sur la toxicité du Cuivre.

Le *Président* donne la parole à M. Villedieu.

Messieurs,

Je dois vous remercier tout d'abord d'avoir bien voulu réserver à deux obscurs chimistes de province l'honneur d'assister, ce soir, à la réunion de votre Société de Pathologie végétale et nous considérons notre présence parmi vous comme une récompense de nos efforts pour éclairer quelque peu une question fort controversée encore à l'heure actuelle.

Je crois devoir, Messieurs, vous faire connaitre la pauvreté des moyens mis à notre disposition pour travailler, ce qui nous vaudra, je l'espère, toute votre indulgence. Les crédits annuels de mon laboratoire à l'Ecole de Médecine de Tours, gaz payé, ne dépassent pas 150 francs par an et de plus nous n'avons qu'une bibliothèque rudimentaire ne recevant à part les Comptes-Rendus de l'Académie des Sciences (depuis cette année), aucune revue de sciencé pure ; je ne range pas sous cette dénomination, volontairement, les publications médicales qui sont elles, suffisamment abondantes. Nous avons donc dû travailler notre question sans bibliographie, nous reportant simplement à quelques classiques d'agronomie : Prillieux, Delacroix, Maublanc et Kayser.

En somme, nous avons essayé nos forces sur cette question que nous avons traitée en originaux sans avoir lu les 1308

auteurs que comprend la bibliographie de Gain sur la question du Cuivre anticryptogamique.

Cette question nous l'avons étudiée en chimistes analystes et si nous avons eu recours aux levures et aux moisissures, nous n'avons vu en ces petits végétaux que de véritables indicateurs qui, dans des conditions chimiques toujours définies, vivaient ou ne vivaient pas. Nous n'avons pas fait de sélections ; les cultures pures ne nous intéressent pas, non plus de savoir si un milieu peut être plus ou moins favorable.

Envisageant simplement l'acte de destruction de ces végétaux, de struction complète, nous avons simplement affirmé : le milieu est nocif, quand il y avait destruction évidente ou germination possible, et le milieu n'est pas nocif lorsque la culture s'est développée normalement.

Nous devons également faire observer dès le début, car ce point, bien que d'une importance relative aujourd'hui pour nous, ne cesse pas au point de vue théorique d'être primordial, qu'il nous a paru anormal de faire vivre sur des milieux acides, certaines levûres ou certaines moisissures sans s'assurer au préalable si l'acidité du milieu nécessaire en général à leur développement était organique ou minérale. Nous n'avons pu déceler au cours de nos recherches dans les raisins, les fruits, les feuilles de vigne et les matières organiques vivantes ou mortes que nous avons dû étudier de l'acide sulfurique, chlorhydrique, nitrique ou même phosphorique libre, ces acides existent bien mais saturés et toujours l'acidité du fruit ou du végétal était due, ce qui est d'ailleurs logique, à un acide organique.

On nous a reproché d'avoir utilisé quelquefois des citrates ou des tartrates métalliques. Comme nous avons opéré avec ces corps en milieu acide, il est faux d'admettre que, dans ces solutions le métal soit sous une forme complexe, dissimulant ses propriétés. Le cuivre, dans le citrate de cuivre simple ou uni au citrate d'ammoniaque *en réaction acide* existe en solution sous la forme métallique comme dans le sulfate de cuivre, il nous a été très facile de le démontrer.

Ces principes posés, nous pouvons, si vous le désirez vous

exposer, non pas les travaux publiés que vous connaissez, mais les raisons qui nous ont conduits à ces recherches et l'enchaînement (car il y a un enchaînement dans nos publications), qui a amené successivement les quatre notes à l'Académie des Sciences et les deux notes à l'Académie d'Agriculture qu'a bien voulu présenter pour nous M. le Professeur Viala.

Je suis heureux, Messieurs, de remercier ici M. Viala de toute la confiance qu'il nous a accordée alors que nous lui étions complètement inconnus et de la bienveillance avec laquelle il nous a guidés. C'est d'ailleurs en lisant une note de M. Viala sur la résistance au sulfate de cuivre des ceps, que nous était venue l'idée de ce travail.

Volontairement, je ne reprendrai ici que les travaux classiques, les autres auteurs nous étant restés inconnus jusqu'à ces derniers jours.

Tout d'abord il y a dans l'emploi des composés du cuivre comme anticryptogamiques une observation qui s'estimposée à nous dès le début. Ce n'est pas en réalité du sulfate de cuivre que l'on utilise en agriculture mais des produits résultant de la réaction de ce dernier, soit sur la chaux soit sur le carbonate de soude et qui donnent naissance soit à des sulfates basiques de cuivre très divers, soit à des hydrocarbonates de cuivre mélangés à du sulfate de chaux quand on utilise la chaux, ou à du sulfate de soude quand on utilise le carbonate de soude.

De plus, les mélanges équimoléculaires étant dans la pratique irréalisables, on se trouve en présence, quelquefois, d'un excès de sulfate de cuivre, ce qui crée les bouillis dites acides soit, et cela le plus souvent, en présence d'un excès d'alcali, ce qui crée les bouillies alcalines.

Or, jusqu'à ce jour, on n'a guère étudié que l'action anticryptogamique du sulfate de cuivre et encore est-ce seulement après des essais empiriques ayant donné de bons résultats contre le mildiou que Millardet a inauguré la série de ses travaux.

L'emploi de la bouillie bordelaise, ceci est un fait établi, a provoqué les études de Millardet et, celui-ci étant donnée

la croyance que l'on avait alors de la toxicité du métal cuivre pour les êtres vivants, a été conduit tout naturellement à attribuer l'action du sulfate de cuivre au cuivre lui-même.

Il n'est venu, je crois, à personne jusqu'en 1920 (travaux de Atherton Lee, de Manille), l'idée de vérifier si les composés cupriques employés étaient réellement toxiques pour les cryptogames parasites (1).

D'un autre côté Millardet, dans la théorie qu'il a émise et qui a prévalu jusqu'à ces derniers temps, n'avait envisagé l'action des eaux de pluie que sur les bouillies bordelaises parfaitement neutres, cas, qui, je le répète, dans la pratique, ne peut se présenter que très fortuitement ; ceci, Messieurs, sera facile à établir si quelque chimiste le désire.

Or, dans le dépôt des bouillies acides se trouve libre du sulfate de cuivre en nature et les eaux météoriques n'auront pas besoin de rechercher des traces de cuivre dans l'hydrocarbonate ou l'oxyde puisqu'elles trouveront là une réserve de sel toxique très soluble. En théorie, ces bouillies devraient être de résultats certains, en fait elles sont presque abandonnées. Dans la tournée que j'ai faite dans le Midi et dans le Centre cette année, toutes les bouillies bordelaises que j'ai rencontrées étaient alcalines ; ces dernières renfermaient donc un excès de chaux.

Cette chaux n'aide pas la solubilisation des sulfates basiques de cuivre, bien au contraire, d'autre part, elle annihile complètement, en l'absorbant, le CO^2 des eaux météoriques; par conséquent elle ne permet pas la dissolution du cuivre dans les eaux de pluie.

Nous avons de plus démontré que même dans les bouillies neutres, le CO^2 et l'AzH^3 des eaux de pluie dont la quantité dissoute dans l'eau n'atteint pas l'ordre du millionième, étaient dans l'impossibilité de solubiliser la moindre trace perceptible de cuivre.

Au point de vue chimique, les hypothèses de Millardet étaient donc, à notre avis, impossible à accepter ; les expériences faites le démontrent indiscutablement.

(1) Depuis les travaux de Millardet, d'assez nombreux essais ont été faits par plusieurs auteurs sur divers parasites (E. F.).

D'un autre côté, la toxicité du sulfate de cuivre n'est pas aussi grande que l'affirme Millardet. M. Ravaz l'a ramené au 1 300.000, nous mêmes l'avons trouvée beaucoup moins grande encore puisque nous avons vu à chaque essai des zoospores de mildiou vivre dans des solutions au 1/50.000 ; MM. Wuthrich et Melhus arrivent, eux, jusqu'au 1/8.000 et même au 1/2.000.

Les bouillies bordelaises, l'expérience agriculturale le démontre, sont pourtant toxiques. Il fallait en rechercher la raison.

Ici, Messieurs, nous sommes devenus sans le désirer, des éleveurs de levures et de moisissures, n'ayant d'ailleurs aucune envie d'apprendre de ces petits végétaux aucune autre chose que leur faculté de vivre ou de ne pas vivre sur certains milieux définis chimiquement.

Il nous a été possible de voir que, si l'on ajoute du sulfate de cuivre à des milieux déterminés, ne permettant pas à ce sulfate une réaction détruisant son identité, le sulfate de cuivre était toxique à des doses variant du 1/500 au 1/10.000 suivant les cryptogames, mais que toujours on pouvait annuler son pouvoir toxique en incorporant en même temps que lui au mélange un sel organique choisi de potasse, d'ammoniaque, de chaux ou de magnésie pouvant, avec lui, donner une double réaction.

Il faut donc, pour que le sulfate de cuivre soit toxique que l'acide sulfurique reste combiné au cuivre, si on les sépare, tous deux deviennent sans action.

Messieurs, j'ai expliqué dans une note, que notre avis était que le sulfate de cuivre libère au contact de certains organismes son acide sulfurique, comme il le fait en présence de corps faiblement alcalins ou même neutres comme le CO^3Ca ; il est ainsi une source constante d'acide sulfurique naissant ce qui expliquerait son action.

D'ailleurs, toujours en opérant sur des milieux choisis pouvant supporter cet acide *libre*, on voit que l'acide sulfurique est à peu près aussi toxique que le sulfate de cuivre.

Quant aux hydrocarbonates aux sulfates basiques et à l'oxyde de cuivre mélangés en proportions suffisantes à des

géloses, ils entravent également la végétation des petits champignons ; mais la chaux, la magnésie, la baryte, la potasse, l'oxyde de zinc, de calcium et, en général, toutes les bases jouissent de la même propriété. C'est un fait reconnu que le développement des moisissures est impossible en présence d'une certaine quantité de base d'ailleurs soluble ou insoluble Pour les bases cupriques comme pour toutes les autres bases, il suffit d'aciduler le milieu où on les avait ajoutées avec un acide organique habituellement consommé par la levure ou la moisissure pour rendre le milieu favorable à la culture.

Ici, pas de différence entre le cuivre et beaucoup d'autres métaux. Les uns et les autres doivent leur action à leurs fonctions chimiques libérant au besoin un acide minéral ou constituant un milieu alcalin où les réactions de germination ne peuvent se produire.

Au cours de ces expériences, nous avons pu noter que le moins actif des composés basiques était en réalité l'hydrocarbonate de cuivre ou le sulfate basique de cuivre dont la toxicité était toutefois supérieure à celle du carbonate de chaux.

Il nous a semblé intéressant de vérifier si des doses minimes de ces corps mis en solution dans le sesquicarbonate d'ammoniaque pouvaient entraver réellement le développement du mildiou. Il se présente ici une difficulté, car la présence du sesquicarbonate d'ammoniaque n'est pas sans action sur le mildiou. Nous avons dû nous contenter d'essayer une solution de sel de cuivre correspondant à une solution au 1/100.000 de sulfate de cuivre et nous avons vu dans cette solution évoluer jusqu'au terme ultime et sans gêne le *Phytophtora*.

La théorie de Millardet de ce fait n'est plus admissible puisque physiologiquement le mildiou peut supporter des doses infiniment plus fortes que les doses hypothétiques admises par cet auteur.

Mais alors comment expliquer la grande action des bouillies bordelaises alcalines actuellement employées ?

C'est ici, Messieurs, que nous avons dû faire intervenir

une véritable expérience analytique en utilisant l'étude du développement de *Phytophtora* en chambre humide.

La bouillie bordelaise alcaline actuellement utilisée renferme par suite de la réaction de la chaux et du carbonate de chaux qui existe dans les chaux commerciales :

1° Du sulfate de chaux.

2° De l'hydrocarbonate de cuivre et des sulfates basiques de cuivre.

3° De la chaux.

Nous avons essayé, dans une chambre humide, l'action de la bouillie bordelaise alcaline telle que l'emploie le viticulteur. Nous avons pour cela fait une tache de bouillie sur une lamelle, cette tache bien séchée a été recouverte d'une goutte d'eau un peu débordante et ensemencée de phythophtora. Dans ces conditions les conidies n'ont pas germé ou plutôt les zoospores ne sont pas sorties et n'ont pas vécu, le mildiou n'étant attaquable qu'à la phase zoospore.

Donc, la bouillie bordelaise alcaline tue le mildiou. Mais comme cette bouillie est un mélange, quel est le composant nocif ?

Pour élucider ce problème, nous avons répété avec chacun des produits ci-dessus énoncés et constituant la bouillie bordelaise alcaline, l'expérience précédente. Nous avons ainsi établi :

1° Que le sulfate de calcium était sans aucune action sur le développement des zoospores de mildiou ;

2° Que l'hydrocarbonate de cuivre et les sulfates basiques de cuivre sont sans action également sur les zoospores qui éclosent, vivent et germent dans l'eau les contenant ;

3° Que la chaux possède la même action que la bouillie bordelaise alcaline complète et *tue* les zoospores.

Dans une dernière note nous avons cru devoir parfaire ce travail en montrant que la toxicité du cuivre métal n'était en réalité due qu'à une réaction du milieu et bien inférieure, dans ce cas, à celle du zinc, du fer et surtout du magnésium.

Il résulte de cet ensemble que le cuivre n'a pas une action toxique propre. si j'ose employer ce terme, et que cette action n'est due qu'aux réactions chimiques qu'il provoque.

Partout, au point de vue pratique, il paraît vraisemblable d'essayer de le remplacer par un métal moins coûteux et d'une action pouvant être plus sûrement déterminée. J'avoue que le domaine de la synthèse nous étant moins familier que celui de l'analyse, nos premières expériences culturales n'ont pas été heureuses. Mais nous devons avouer que, volontairement, nous avons, dans cet exposé, négligé de parler des échecs que nous a valu souvent notre inexpérience et vraiment il eût été trop magnifique d'arriver du premier coup à remplacer le cuivre, quand on songe que depuis 35 ans on n'a pas encore pu assurer méthodiquement la réussite de ce dernier.

I. – *Discussion relative à la bouillie bordelaise.*

M. Mangin. — Donc, d'après M. Villedieu, si la bouillie est acide, c'est l'acide qui agit ; si la bouillie est alcaline, c'est la chaux qui agit.

M. Villedieu confirme que telle est bien sa manière de voir et que dans le cas des bouillies alcalines, c'est bien le sulfate basique ou la chaux qui agissent.

M. Mangin. – Dans le cas d'une bouillie acide, le sulfate de cuivre est enlevé par sa grande solubilité. D'autre part, en ce qui concerne les bouillies basiques, il est bon de remarquer qu'il n'y a aucun composé rigoureusement insoluble. D'ailleurs, la chaux qui gêne la solubilisation des sulfates basiques par le gaz carbonique de l'air est lentement saturée.

M. Villedieu ne peut admettre que les doses de sulfates basiques qui sont dissoutes par les eaux météoriques soient suffisantes pour empêcher la germination du mildiou.

En effet, ce dernier est beaucoup plus résistant au sulfate de cuivre que le supposaient Millardet et Gayon. On sait, en effet, que certains auteurs américains sont arrivés à le faire germer à des concentrations supérieures à un pour dix mille, c'est-à-dire plus de cinq fois plus forte que celle de un cinquante millième indiquée par M. Villedieu.

En réalité, le gaz carbonique ne permet pas d'obtenir une dissolution supérieure à un cent millième, d'après M. Villedieu, de un trois cent millième selon M. Ravaz.

Comment, dans ces conditions, expliquer la formation de solutions assez concentrées (un cinquante millième ou un dix millième) pour tuer les conidies de mildiou ? (1).

M. Bezssonoff résume les conclusions de M. Villedieu d'après lequel une bouillie bordelaise alcaline bien préparée ne donne pas en solution aqueuse plus d'un millionième en hydrocarbonate de cuivre. Or, étant donné que M. Villedieu a réussi à faire germer le *Phytophtora infestans* dans les milieux liquides contenant jusqu'à un deux cent millième en sulfate de cuivre, il en déduit que les concentrations en cuivre étant 500 fois moindre dans le cas de la bouillie bordelaise alcaline, le cuivre ne peut alors être considéré comme le principe actif. M Bezssonoff formule des réserves au sujet des conclusions de M. Villedieu relativement à la solubilité du cuivre dans les bouillies bordelaises alcalines. En admettant même que, dans ces bouillies, la solubilité du cuivre soit inférieure aux doses dont la toxicité a été révélée dans les cultures en milieux liquides, il faudra en outre, tenir compte des différences de conditions qui existent pour une culture entre un milieu liquide, où le cuivre est à une concentration définie, et un dépôt laissé par la bouillie bordelaise à la surface d'une feuille. En effet, dans ce dernier cas, on peut supposer que les granules déposés par la bouillie bordelaise et qui se trouvent en contact immédiat avec les parois du champignon, peuvent fonctionner comme de véritables générateurs de cuivre; dès que le champignon absorbe (et adsorbe) la faible quantité de cuivre qui se trouve en solution aqueuse, d'autres quantités viennent le remplacer.

(1) Vermorel et Dantony admettent que la chaux n'a d'action que pendant les 5 ou 6 jours qui suivent le traitement. Au bout de ce temps elle est complètement carbonatée. Le cuivre intervient alors seul.

Rappelons que Melhus déclare que, contrairement à l'idée couramment admise suivant laquelle l'efficacité de la bouillie bordelaise est en rapport avec la proportion de chaux qu'elle contient, il a constaté qu'une augmentation de poids de cette substance n'accentue pas la toxicité de la mixture.

Les doses toxiques pour le champignon peuvent ainsi être atteintes et dépassées.

Enfin, il est à remarquer que, dans ces expériences sur la toxicité du cuivre pour les cultures de *Phytophtora infestans*, sont seules estimées toxiques, les doses empêchant le développement du champignon. D'ailleurs, la technique employée ne permet guère d'arriver à déterminer avec précision autre chose que les conditions dans lesquelles s'effectue la suppression totale de tout développement.

Elle paraît être, au contraire, incapable de mettre en évidence la diminution du nombre des spores qui germent, telle qu'elle résulte de l'action de certaines solutions assez diluées. Ce sont cependant ces dernières conditions qui sont, semble-t-il, le plus souvent réalisées dans la pratique, car les traitements anticryptogamiques usités ne suppriment pas la germination chez toutes les spores, mais seulement chez la majorité de ces dernières.

M. Blaringhem présente les remarques suivantes : « M. G. Villedieu constate que la bouillie bordelaise légèrement alcaline agit sur les conidies du *Phytophtora* ; il examine l'action séparée des constituants du mélange et vérifie que, parmi ceux-ci, la chaux seule est active ; d'où l'inutilité du sulfate de cuivre.

Le raisonnement me paraît peu correct ; l'action sur la végétation d'un mélange de sels n'est pas du tout la somme des actions des constituants. M. Osterhout, de Cambridge (Etats-Unis), l'a parfaitement montré par ses études sur les effets de mélanges de sels sur la croissance et la respiration des végétaux.

Ici, il y a autre chose, la bouillie bordelaise est un mélange de *sels dilués* répondant à certaines conditions. Pour la préparer correctement, il faut verser *par petites quantités* simultanément et par jets égaux les solutions, faites d'avance dans les proportions convenables, de sulfate de cuivre et d'hydrate de chaux (provenant autant que possible d'une chaux vive éteinte avant l'emploi). On assiste, dans ces conditions, à des virages qui indiquent la production, au moment du contact des dissolutions, d'un complexe qui doit posséder

quelques-unes des propriétés des hydrates colloïdaux (voir Malfitano sur les hydrates de fer colloïdaux). Les complexes agissent autant par leurs propriétés physiques que par leurs qualités chimiques, la longue durée de l'efficacité d'une bouillie bordelaise bien faite, son adhésivité et sa résistance prolongée aux lavages montrent que les propriétés physiques du mélange jouent un rôle. Je ne crois pas qu'on puisse y suppléer par la seule addition de gélatine à l'hydrate de chaux.

Enfin, l'inactivité à doses massives des sels de cuivre ne prouve ni contre, ni pour l'activité du cuivre de la bouillie bordelaise qui agit en solution très diluée. Les expériences de Raulin nous apprennent que l'addition d'une trace de sulfate de zinc, de sulfate de fer, modifie dans des proportions inattendues le développement du *Sterigmatocystis nigra* sur certains milieux choisis ; favorables à l'état de traces, ils nuisent à doses massives. On ne peut prévoir le premier cas en examinant le second ».

M. Convergne. — Il résulte de certaines enquêtes dans le Midi que, les années de fortes invasions, les propriétaires qui tirent les meilleurs rendements, sont ceux qui emploient les bouillies alcalines, riches en cuivre, dont la durée d'action est la plus grande. On fait usage de bouillies à 3 ou 4 % de sulfate de cuivre.

A un moment donné, on avait cru pouvoir réduire la quantité de cuivre en ajoutant à ce corps une substance destinée à le faire adhérer. C'est sur ce principe qu'était basée une méthode par laquelle on proposait aux viticulteurs de n'employer que 100 à 200 gr. de sulfate de cuivre. Mais, en présence de résultats insuffisants obtenus, on a été obligé d'augmenter beaucoup la quantité de sulfate de cuivre que l'on ajoutait au produit qui détermine l'adhérence.

II. — *Discussion relative à la bouillie bourguignonne.*

M. Villedieu. — Une bouillie dans laquelle le cuivre est à l'état d'hydrocarbonate sans excès alcalin n'est pas toxique.

M. Mangin. — Dans le cas de la bouillie bourguignonne, on n'a pas affaire à une bouillie réellement alcaline, le carbonate de soude, sel à réaction alcaline, doit donc suffire à assurer la toxicité.

M. Villedieu déclare ne point avoir fait d'essais avec la bouillie bourguignonne. Mais il considère que l'hydrocarbonate de cuivre doit être très adhérent.

M. Mangin. — La question de l'adhérence est intéressante. A ce sujet il est bon de rappeler que pour augmenter la mouillabilité des bouillies, Vermorel et Dantony ajoutent de la caséine ou de la gélatine aux bouillies bordelaise et bourguignonne suivant qu'elles sont alcalines ou acides (1).

(1) On sait qu'après avoir indiqué qu'une bouillie est mouillante pour un corps et ne l'est pas pour un autre, Vermorel et Dantony classent en deux catégories les substances susceptibles d'être utilisées pour communiquer aux bouillies un grand pouvoir mouillant : 1° les substances abaissant la tension superficielle de l'eau ; 2° les substances augmentant la viscosité superficielle de l'eau.

C'est dans cette dernière catégorie qu'entrent la gélatine et la caséine au sujet desquelles MM. Vermorel et Dantony s'expriment comme suit:

Gélatine. — La gélatine ou mieux le produit complexe vendu sous ce nom, ajoutée dans la proportion de 20 à 50 grammes par hectolitre à une solution de verdet ou à des bouillies bordelaises ou bourguignonnes acides, communique à ces mixtures le pouvoir de mouiller les feuilles de vigne pubescentes (celles-ci sont même particulièrement facile à mouiller ou non).

Pour la bouillie bourguignonne alcaline, il faut des gélatines spéciales, des gélatines qui, vraisemblablement, doivent alors leurs propriétés à des impuretés. MM. Lumière et Seyewetz ont, en effet, montré que les gélatines se dissolvent bien dans les alcalis, mais sont au contraire insolubilisées par le carbonate de soude.

Ces gélatines spéciales jouissent d'une viscosité superficielle énorme, amoindrie à peine par le carbonate de soude, malheureusement on ne sait pas encore les produire à volonté, elles semblent dépendre du hasard de la fabrication. On trouve dans un même paquet des échantillons dont la viscosité varie du simple au décuple.

Dans la bouillie bordelaise alcaline, les mêmes gélatines spéciales sont nécessaires ; là c'est la formation bien connue du biuret qui vient atténuer la viscosité superficielle.

Fort heureusement, d'autres produits peuvent remplacer, avantageusement, la gélatine dans les bouillies alcalines, par exemple la caséine.

Caséine. — La caséine est soluble seulement dans certains milieux et notamment dans ceux renfermant des orthophosphates ou des borates

III. — *Discussion sur le verdet.*

M. Demoussy se demande comment M. Villedieu arrivera à expliquer l'action du verdet.

M. Villedieu répond qu'il a toujours constaté que l'acétate basique de cuivre lui-même dégage une odeur d'acide acétique des plus prononcées. Or, l'acide acétique est plus toxique que l'acide sulfurique.

M. Villedieu déclare qu'il a été vivement frappé par une observation de M. Viala d'après laquelle une faible dose d'acide acétique (0 gr.,8 par litre exprimé en acide sulfurique) suffit à arrêter toute germination et toute poussée mycélienne dans les cultures de blackrot (1).

alcalins ou alcalino-terreux. Les sels des métaux lourds insolubilisent au contraire les solutions de caséine.

Les bouillies renfermant du cuivre à l'état dissous (on a précisément conseillé autrefois d'ajouter du lait aux bouillies cupriques acides), ne sauraient donc être améliorées par une addition de caséine ; c'est, en effet, ce que prouve l'expérience; par contre, les bouillies bordelaise et bourguignonne alcalines renferment les éléments nécessaires pour maintenir la caséine en dissolution, c'est-à-dire pour permettre la création d'un milieu de grande viscosité superficielle.

Le mode opératoire suivant permet, par exemple, d'obtenir une bouillie bordelaise alcaline mouillante.

Préparer une bouillie bordelaise alcaline à la façon ordinaire et lui ajouter de 20 à 50 grammes de caséine préalablement dissoute dans un lait de chaux.

(1) M. Viala a montré que la plupart des acides organiques ne deviennent toxiques pour le blackrot qu'à doses assez élevées. C'est ainsi que les acides malique, tartrique, citrique, n'entravent le développement qu'au-dessus de 120 gr. par litre. Beaucoup moins favorable au blackrot, l'acide lactique paralyse la végétation de ce champignon au-dessus de 23 gr.,8 ; quant à l'acide oxalique, il arrête cette dernière dès que la dose de 3 gr. est atteinte. Mais c'est certainement l'acide acétique qui est le plus toxique de tous (0 gr.,8 par litre).

Somme toute, ceux des acides organiques qui existent dans la vigne (acid. oxalique, tartrique), favorisent le développement du blackrot, alors que le sucre est préjudiciable à ce dernier. Grâce à la découverte de ces faits, M. Viala a pu expliquer comment il se fait que les jeunes feuilles et fruits, lesquels sont riches en acides, sont seuls attaqués, alors que les mêmes organes ne le sont plus dès qu'une forte propor-

Les belles expériences de M. Viala sur le blackrot montrent quels services peuvent rendre les cultures. C'est parce que le *Phytophtora infestans* peut être cultivé, qu'il constitue un matériel d'études bien supérieur à celui que fournit le *Plasmopara viticola*. Les conidies de ce dernier ne sont pas toujours à la disposition de l'expérimentateur, qui peut, au contraire, facilement se procurer celles que le *Phytophtora infestans* constitue sur les milieux de culture.

IV. — *Discussions relatives aux bouillies calciques.*

M. Mangin. — En somme, d'après M. Villedieu, la toxicité résulterait soit de l'acidité, soit de l'alcalinité.

M. Villedieu déclare que telle est bien son opinion. Le cuivre ne se montre toxique qu'à très fortes concentrations. Si l'on considère le cas de l'homme, par exemple, on sait qu'on peut impunément injecter à ce dernier de fortes doses de sulfate de cuivre. C'est là un fait bien connu en médecine humaine.

M. Mangin se déclare d'accord, sur ce point, avec M. Villedieu à qui il demande quels sont les procédés de protection qu'il entrevoit.

M. Villedieu ne manque pas d'idées à ce sujet, mais les moyens de les réaliser lui font complètement défaut. Il désirerait notamment pouvoir disposer de champs d'expériences d'une superficie d'un hectare au minimum.

M. Rolland fait remarquer que les essais que M. Dantony a effectués à Villefranche, ne portaient que sur quelques ares de vigne qui lui ont suffi pour contrôler expérimentalement des suggestions de laboratoire.

Quoiqu'il en soit, M. Villedieu déclare que c'est faute d'un champ d'expérience, que la bouillie qu'il a conseillée

tion de sucre est venue se substituer à l'acidité. C'est pour des raisons du même ordre que la Folle blanche, très acide, est fort sensible, alors que la Clairette qui est riche en sucre est résistante. (P. Viala et P. Pacottet, *Blackrot*, 1904, Paris, Revue de Viticulture).

n'a pu être essayée par son auteur avant d'être lancée, avec prudence du reste, dans la pratique D'autre part, son ignorance des questions viticoles a desservi, en la circonstance, M. Villedieu qui reconnait que la mixture qu'il a imaginée (sulfate d'alumine et chaux) n'a pas donné les résultats qu'il en attendait. Cet échec est dû à ce que sa bouillie déposait sur la vigne une pellicule qui ne tardait pas à s'écailler.

Cependant, les personnes qui, grâce à des procédés spéciaux, sont parvenues à faire tenir la chaux auraient, d'après M. Villedieu, obtenu de bons résultats. L'oléate de chaux a notamment permis d'assurer une bonne protection.

Un chimiste expérimenté, M. Fortuné, a réalisé une excellente bouillie en ajoutant à la chaux un produit, sans doute constitué par une matière grasse, l'oléolusine.

D'autre part, en ajoutant 100 gr. de sulfate de cuivre à un hectolitre de la bouillie Villedieu. M. Manceau aurait, paraît-il, obtenu de bons résultats.

M. Moreau, collaborateur de M. Manceau, déclare qu'alors qu'une mixture au sulfate d'alumine et à la chaux additionnée de 100 gr. de sulfate de cuivre, s'est montrée aussi efficace que la bouillie bordelaise, celle de M. Villedieu a été tout à fait insuffisante bien que le revêtement qu'elle a formé sur les feuilles ne se soit pas écaillé.

M. Arnaud fait remarquer qu'à l'égard de l'efficacité de faibles quantités de cuivre signalée par M. Manceau et relevée par M. Villedieu, il faut indiquer que l'on sait depuis longtemps, qu'une faible dose de cuivre suffit pour les faibles invasions, quand on opère très soigneusement et que le traitement coïncide avec l'époque la plus favorable Si l'on conseille habituellement de faire des bouillies à 2 % de sulfate de cuivre, c'est pour parer à toutes les éventualités, dans l'impossibilité où l'on est de connaître à l'avance l'importance des attaques et la période favorable au traitement.

M. Rolland fait connaître que M. Dantony, chimiste distingué de la Station viticole de M. Vermorel, à Villefranche, a fait des essais comparatifs de traitement aux bouillies

cupriques et au lait de chaux. L'un de ces essais parut favorable au lait de chaux (1).

M. Villedieu (2) connait ce travail de MM. Vermorel et Dantony, lesquels déclarent qu'en grande invasion, la chaux ne suffit pas.

Il est certain que, lorsqu'elle est appliquée seule, la chaux se carbonate aisément.

Tout dépôt alcalin dont on l'enrobe, l'empêche de se carbonater.

M. Convergne. Des expériences ont été faites dans le Centre avec la bouillie Villedieu. Deux rangs de vigne traités par cette mixture avaient perdu leurs feuilles avant la fin de l'été, alors que les autres vignes les avaient conservées.

M. Villedieu. — C'est là le résultat de la forte déshydratation déterminée par le sulfate d'alumine.

M. Villedieu rapporte qu'il a vu des cas où une simple application de chaux sur des feuilles mildiousées tuait le parasite (2).

(1) L'essai auquel M. Rolland fait allusion est relaté par MM. Vermorel et Dantony dans les termes suivants : « Nous avons protégé cette année même (1917) un rang de vigne du mildiou, en le traitant toutes les semaines avec un lait de chaux rendu très adhérent par une addition de caséine; en dehors de l'action chimique, la chaux préserve peut-être aussi dans ce cas, en agissant mécaniquement, car elle constitue une carapace que les filaments mycéliens ne sauraient franchir aisément. »

Voici comment les mêmes auteurs interprètent le rôle anticryptogamique joué par la chaux « La chaux libre en solution sait parfaitement interdire à une spore de mildiou de germer, ainsi que Millardet l'avait déjà dit et que les frères Belussi l'ont démontré.

« On a abandonné le procédé Belussi pour employer les sels de cuivre simplement parce que la chaux ne saurait agir qu'autant qu'elle existe (or, elle se carbone très vite) et parce que par surcroît son adhérence est sensiblement nulle.

« La période de carbonatation de la bouillie alcaline est une période pendant laquelle la chaux se charge de la défense (il n'est d'ailleurs pas certain que le cuivre n'y participe pas) cette période finie, le cuivre entre en scène et la préservation est assurée sans interruption. »

(2) M. Villedieu a évidemment voulu dire que le traitement à la chaux, active la dessiccation, le grillage des parties de feuilles attaquées et sur le mildiou, mais dans ce cas, ce n'est pas un argument à invoquer pour établir le pouvoir anticryptogamique de la chaux qui ne peut agir directement sur le mildiou (G. Arnaud).

M. Arnaud fait observer que ce que M. Villedieu a dit du grillage du mildiou par le traitement des vignes par la chaux est inadmissible, étant donné que le *Plasmopara viticola* au moment où l'invasion se montre, se trouve logé, depuis plusieurs jours, à l'intérieur des tissus de la feuille. En réalité, la couleur jaune prise par les feuilles correspond à l'évolution normale des tissus attaqué par le mildiou.

M. Villedieu ne discute pas des expériences agricoles qu'il n'a pas suivies.

V. — *Discussion de la théorie de M. Villedieu sur la non toxicité du cuivre.*

M. Villedieu. — Il se peut que le cuivre gêne le mildiou, mais il ne le tue pas. En tout cas, des traces de cuivre activent la germination de *Phytophtora infestans*. Les expériences de Lumière l'ont vérifié (1).

M. Blaringhem. — Une trace d'un corps peut jouer un rôle physiologique énorme.

M. Villedieu. — Certaines levures vivent sur un milieu renfermant du cuivre et ne vivent pas sur ceux qui n'en contiennent pas.

M. Molliard n'envisage que les expériences de laboratoire et notamment celles relatives aux cultures d'*Aspergillus niger*. La dose de sulfate de cuivre supportée par ce champignon dans les expériences de M. Molliard est de 0 gr.,7 pour 1.000. Mais il fait observer que la remarque de M. Blaringhem (2) s'applique aussi dans ce cas.

En effet, si on ajoute des substances organiques sucrés, acides, au milieu, la toxicité du cuivre s'abaisse. Donc, ces

(1) Nous ne connaissons des expériences de M. Lumière que ce qui en a été publié dans la *Revue de Viticulture*. Or, si nous en jugeons d'après ce que nous avons pu lire dans ce journal, M. Lumière s'est borné, pour l'instant, à faire des essais sur l'action des sels cupriques sur des cultures de *Phytophtora infestans* sur bloc de pommes de terre. Il a donc fait agir le cuivre sur le mycélium mais non sur les conidies (E. F.).

(2) Voir plus haut page 167.

milieux de culture qui renferment ces substances ne permettent pas d'étudier la toxicité du cuivre vis-à-vis d'un champignon, dans les conditions qui correspondent à celles de la bouillie bordelaise.

M. Molliard demande à M. Villedieu si l'acidité d'une bouillie acide est suffisante pour entraver la germination du mildiou.

M. Villedieu répond que la toxicité de l acide sulfurique est voisine de celle du sulfate de cuivre.

M. Molliard indique que l'*Aspergillus niger* supporte des doses d'acide sulfurique bien supérieures à celles du sulfate de cuivre (environ 4 gr. par litre) en présence de sucre.

La bouillie déposée sur la feuille n'est pas en milieu organique, le cuivre y est donc plus toxique que dans les expériences faites en milieu organique.

M. Villedieu. - Lorsqu'on dépose des conidies de *Phytophtora infestans* dans une goutte d'eau, les zoospores sont mises en liberté et évoluent normalement. Si, alors que ces dernières nagent ou germent, on ajoute une goutte d'une solution légèrement acide, elles sont tuées. Si, au contraire, on met directement ces spores dans cette solution acide, la germination sera normale Mais si, à cette première solution, on ajoute une goutte d'une solution un peu plus acide pendant que les zoospores évoluent, ces dernières sont tuées. Donc, les organismes sont très sensibles aux variations de milieu et la toxicité d'une tache de bouillie cuprique se réduit à ce qu'elle est un générateur continu d'acide.

Les bouillies acides sont inactives puisqu'on ne les emploie pas.

M. Rolland affirme qu'en réalité, les bouillies acides ne doivent pas être inactives, puisque par temps de forte invasion, on recommande d'ajouter un peu d'acide sulfurique aux bouillies neutres pour les acidifier.

M Molliard se demande si ces mixtures renferment assez d'acide pour expliquer la toxicité de la bouillie acide.

M. Foëx considère que le pouvoir anticryptogamique de bouillies acides est indéniable. Mais il n'est que momentané

parce que très solubles elles sont facilement lavées et entraînées par les pluies (1).

C'est certainement cet inconvénient, joint à celui qui résulte parfois des brûlures que ces bouillies déterminent sur la plante, qui a amené les viticulteurs à les abandonner dans la plupart des cas.

M. Foëx se demande comment la théorie de la non toxicité

(1) MM. Vermorel et Dantony s'expriment ainsi : Que conseillait-on pour obtenir une bouillie acide, ceci : « Faire d'abord une bouillie neutre en ajoutant peu à peu dans une solution de sulfate de cuivre de titre convenable, un lait de chaux étendu, en agitant constamment, s'arrêter dès que le papier de tournesol passe du rouge au bleu. Ajouter à la bouillie neutre ainsi obtenue 200 grammes de sulfate de cuivre dissous à part.

« Une telle bouillie est tout ce qu'on voudra, mais n'est pas une bouillie acide. »

M. Sicard, dans une très belle étude présentée au Congrès du mildiou de Lyon, en juillet 1914, en donne la preuve ; parlant de cette bouillie, il a dit : « Quelques minutes seulement après l'addition du sulfate de cuivre la bouillie acide préparée de la sorte ne contient pas même des traces de cuivre soluble » et plus loin : « La quantité de sulfate de cuivre qu'il faudrait ajouter par hectolitre, à la bouillie neutre pour qu'il en subsiste une proportion tant soit peu appréciable, au moins double 400 gr. pour les meilleures, presque décuple (2 kilog.) pour les plus mauvaises et environ quintuple (1 kilog.) pour les bouillies neutres ordinaires. »

MM. Vermorel et Dantony sont arrivés aux conclusions suivantes :

« Pour combattre le mildiou, il existe deux méthodes. La première consiste à appliquer les bouillies, juste au moment voulu, peu de temps avant une invasion; mais il faudrait être prophète et connaître l'avenir.

« Autant avouer tout de suite que dans l'état actuel de nos connaissances, il est impossible de savoir, chaque fois et à coup sûr, que le moment favorable au traitement est arrivé. A notre avis, ceux qui s'efforcent de sulfater seulement en temps utile, s'exposent aux plus graves mécomptes.

« Dans la deuxième méthode, on néglige ce moment favorable, non qu'on en méconnaisse l'importance, mais parce qu'on s'avoue impuissant à le saisir. On sulfate alors à intervalles plus ou moins éloignés de façon à laisser le moins longtemps possible les organes que l'on veut préserver vierges de dépôt cuprique.

« Avec la première méthode, les bouillies bordelaises acides ou neutres peuvent donner d'aussi bons résultats que les bouillies bordelaises alcalines à condition encore qu'aucune pluie sérieuse ne survienne entre la pulvérisation et l'invasion ».

du cuivre peut se concilier avec certaines observations de Melhus et de Jungelson.

Melhus a essayé l'action des sels cupriques suivants sur la germination des conidies de *Phytophtora infestans* et *Plasmopara viticola* :

Nitrate de cuivre ;

Sulfate de cuivre ;

Acétate neutre de cuivre :

Sulfate cupro-ammoniacal ;

Chlorure cuivrique.

Les conclusions du Dr Melhus sont que, à égalité de poids de cuivre, tous ces sels, sauf le sulfate cupro-ammoniacal, sont à peu près également toxiques.

D'autre part, Jungelson, qui a étudié la toxicité des sels de cuivre sur des graines, a démontré expérimentalement que les sulfates, chlorure, azotate, acétate et formiate de cuivre, étaient équitoxiques vis-à-vis des semences et en tire la conclusion que leur toxicité n'était due qu'à leur ion cuivre et non aux radicaux qui l'accompagnent dans ses différents sels.

Pour M. Villedieu l'argument invoqué par M. Foëx peut être retourné contre lui, parce que si ces bouillies sont également riches en cuivre, elles sont aussi également riches en acide et subissent toutes la décomposition hydraulytique.

M. Bezssonoff s'élève contre cette interprétation et il réplique que les sels qui viennent d'être cités, diffèrent notablement par leur acidité Cette dernière est mesurée par la concentration du liquide en ions hydrogènes.

M. Bruno s'excuse d'intervenir n'étant spécialisé ni en pathologie végétale ni en viticulture.

Il constate la position paradoxale et troublante de la controverse scientifique actuelle.

D'une part, l'utilité indéniable, confirmée par une pratique longue et généralisés des bouillies cupriques.

D'autre part, la preuve que les composés cupriques sont impuissants pour les concentrations auxquelles ils peuvent exister en pratique sur les feuilles des vignes traitées, à entraver le développement du Mildiou *in vitro*.

Cette contradiction apparente ne provient elle pas du fait que dans la plupart des expériences de M. Villedieu, un élément important est laissé de côté : la vigne, avec sa résistance aux attaques des cryptogames très variable, suivant les cépages, notamment.

La pulvérisation des bouillies diverses étant une intervention de l'homme dans la lutte de deux espèces végétales, l'une parasite, l'autre parasitée, il serait parfait de tuer le parasite sans nuire à son hôte. Mais, il n'est pas suffisant de déplacer l'équilibre, soit en nuisant au parasite, soit en stimulant les réactions de défense du parasité, ou par ces deux voies simultanément, ce qui semble être le caa ? N'y a-t-il pas en fonctions trois groupes de facteurs : Attaque du parasite ; résistance de la vigne ; action du traitement (directes et indirectes) sur chacune des deux espèces en conflit ?

Même chimiquement, il n'est pas certain qu'en l'espèce, la feuille de la vigne ne soit qu'un support inactif. Elle est apte à libérer du soufre des bouillies sulfocalciques ou d'autres polysulfures, propriété qui n'est pas uniforme pour toutes les feuilles d'arbres fruitiers.

Les expériences de M. Villedieu sont donc précieuses en ce qu'elles éclairent un côté du problème et lui permettront d'entrer dans le vif de la question. Mais M. Bruno ne pense pas que la solution puisse sor ir d'essais *in-vitro*, ni d'essais séparés, portant soit sur le parasite, isolé, soit sur la vigne saine. Il souhaite ardemment que M. Villedieu soit, dès que possible, mis à même de pousser ses importantes recherches sur la vigne contaminées par le Mildiou de la vigne ; il estime impossible que les Offices agricoles — qui ont des ressources — ne lui procurent pas les moyens de travail qu'il demande avec une extrême modération pour le plan d'expériences d'une année.

M. Prosper Gervais, qui n'a pu assister à la séance, donne son avis par lettre. La toxicité des sels de cuivre ne lui paraît pas niable, tant sont *probantes* et *décisives* les nombreuses expériences faites contre ces cryptogames (tels le mildiou) avec de simples solutions de sulfate de cuivre (300

à 400 grammes par hectolitre d'eau pure). Et il ne parle pas du verdet, ni des poudres cupriques où le sel de cuivre est purement et simplement enrobé de talc.

M. G. Arnaud. — On a employé dans la pratique agricole des bouillies plus ou moins acides, plus ou moins alcalines, ou pratiquement neutres et qui donnent toutes des résultats peu différents Leurs différences d'action sont faibles comparativement à leurs différences d'acidité et d'alcalinité. Dans ces conditions, ne serait-il vraiment pas extraordinaire que ce soit à l'alcalinité ou à l'acidité que soit due la toxicité ?

Tous les sels de cuivre essayés dans la pratique (bouillie bordelaise, verdet, amoniure de cuivre) très différents entre eux, ont une action sur le mildiou.

Conclusions.

M. Mangin. – Nous sommes reconnaissants à M. et Mme Villedieu d'avoir consenti à venir nous exposer les principaux résultats de leurs recherches, dont il semble se dégager les faits suivants :

1° Le sulfate de cuivre ne se montre toxique qu'à des concentrations supérieures à celles indiquées par Millardet.

2° L'alcalinité et l'acidité des sels cupriques accentueraient peut-être l'effet toxique du cuivre.

Mais, en attendant de nouvelles découvertes, nous devons conserver notre foi dans l'efficacité des sels de cuivre, qui restent encore nos meilleurs fungicides

Nous sommes heureux de renouveler à M. et Mme Villedieu nos bien vives félicitations pour l'activité inlassable, avec laquelle ils cherchent à résoudre un problème délicat, dont la solution n'apparaît pas encore nettement.

Le Président remercie M et Mme Villedieu, et, l'ordre du jour étant épuisé, il déclare la séance levée.

NOTES ADDITIONNELLES

adressées au Secrétaire général après la séance du 2 décembre.

Note additionnelle de M. N. BEZSSONOFF,

Docteur ès-Sciences de l'Université de Saint-Pétersbourg.

I

L'influence de l'acidité dans les expériences du Dr Melhus semble exclue du fait des grandes dilutions employées par ce dernier. Les divers sels de cuivre étant à une concentration comprise entre 2,39 et 1,99 pour 10.000, on doit se rappeler qu'à une telle dilution, une faible base, de même qu'un faible acide tendent également vers la dissociation complète. Ainsi les sels, soit acides (faibles bases + acide fort), soit basiques (cas inverse), deviennent neutres à de pareilles dilutions. Un exemple : le carbonate de soude, sel fortement alcalin pris à une dilution à 2 p. 10.000, donc à une dilution du même ordre que celle du Dr Melhus, est neutre, ainsi qu'il ressort d'observations extrêmement précises. Donc ce n'est pas l'acidité, mais bien le *ion* cuivre qui semble assurer la toxicité dans les milieux de culture du Dr Melhus.

II

Je n'ai pu trouver dans la littérature de donnée sur la solubilité des hydrocarbonates de cuivre.

Toutefois, on a l'exemple de deux autres sels de cuivre réputés comme étant des plus insolubles et dont la solubilité fut établie par de très sérieuses observations : le protosulfure de cuivre Cu^2S (qui dans l'agenda Dunod figure comme insoluble) et une autre le bisulfure CuS. Leur réputation d'insolubilité leur vaut d'être employés dans les méthodes d'analyse qualitative. Or, le premier a une solubilité de un

cinquante millième, donc une solubilité cinquante fois plus grande que celle indiquée par Villedieu pour les hydrocarbonates de cuivre.

La solubilité du deuxième est du même ordre (d'après Weigel : *Zeitschr. physik. Chem.*, 58 p. 294, 1907).

Note additionnelle de M. DANTONY,

Ingénieur Agricole.

La préservation contre le mildiou peut effectivement être réalisée à l'aide de la chaux ; on sait que Millardet en avait depuis longtemps démontré la possibilité *in vitro*. Les essais auxquels M. Rolland a fait allusion avaient été conduits de la façon suivante :

Tous les huit jours, depuis le départ de la végétation jusqu'à la véraison, la vigne était pulvérisée avec un lait de chaux à 4 % additionné de caséine.

La caséine avait pour mission d'assurer le mouillage et par conséquent la bonne répartition de la chaux en même temps que d'augmenter l'adhérence.

La vigne, malgré la véritable carapace calcaire qui la recouvrait, s'est développée normalement, la fonction chlorophyllienne n'a été gênée en rien non plus que la floraison et la fécondation, la récolte a été mûre en même temps que celle des vignes traitées au cuivre et aucune trace de mildiou n'a été constatée, les témoins étant fortement atteints.

Ces essais n'avaient, dans mon esprit, d'autre but que de montrer l'innocuité, si non l'utilité de la chaux, et ceci dans les bouillies bordelaises alcalines. Le reproche si souvent formulé du rôle néfaste de la chaux entravant la solubilisation du cuivre (avant carbonatation) n'avait aucune valeur, les bouillies très alcalines renfermant du cuivre en solution, mais encore, eut il été exact, que la chaux aurait assuré la préservation pendant tout le temps où elle se serait trouvée à l'état de chaux ; le cuivre l'aurait remplacée ensuite.

Les traitements étaient répétés tous les 8 jours parce que la carbonatation était déjà avancée au bout de ce temps. Je n'ai pas de chiffres ici ; mais les résultats exacts de tous ces

essais se trouvent dans une brochure : *Notes sur les bouillies bordelaises*, par Vermorel et Dantony.

M. Villedieu a fait des constatations sûrement insoupçonnés, qui présentent un intérêt théorique, mais qui ne me semblent pas être, au moins présentement, de nature à faire abandonner les formules cupriques.

Je partage entièrement l'avis de M. Bezssonoff qui voit des générateurs de cuivre dans les granules insolubilisées de la bouillie. Qu'il résulte des travaux de M. Villedieu que le mécanisme de la toxicité des bouillies cupriques soit à remettre en question, c'est possible ; mais quant à la toxicité elle-même, elle est indéniable.

M. Villedieu attribue cette toxicité non pas au cuivre mais à l'acide, c'est-à-dire aux ions hydrogène (question chaux à part); ce rôle de l'acide, je le crois existant, au moins en grande partie, pour les deux raisons suivantes :

Les solutions simples de sulfate ferreux employées en pulvérisation dans les vignobles des Charentes, pour lutter contre la chlorose n'agissent pas contre le mildiou. Les solutions simples de sulfate de cuivre bien moins concentrées agissent; le cuivre doit donc y être pour quelque chose.

Les bouillies sulfate de fer plus chaux (bouillies alcalines) qui contiennent toujours du sulfate ferrique basique sont sans action sur le mildiou, les bouillies bordelaises alcalines agissent ; là encore, c'est le cuivre qui doit intervenir, les autres éléments étant communs.

Note additionnelle adressée par M. le Professeur GAIN,

de l'Université de Nancy.

M. Villedieu écrit : « Le cuivre n'a pas une action toxique propre, cette action n'est due qu'aux réactions chimiques qu'elle provoque. »

1° Toute la littérature thérapeutique (Bourcard : Maladies des plantes) montre que pratiquement il y a une action toxique des sels de cuivre.

Les protoplasmes végétaux sont très sensibles à l'action

de l'ion cuivre. Tout le monde a pu vérifier que de l'eau distillée dans un alambic en cuivre était employée à gonfler des graines, ces semences sont paralysées dans leur germination, qui même peut être empêchée dans certains cas. On ne peut tout de même pas annuler, d'un trait, tout ce qui a été écrit à la suite d'expériences de laboratoire bien conduites, souvent par des techniciens consciencieux.

2° Il n'est pas du tout nécessaire que le cuivre tue un mycélium parasite pour rendre celui-ci inoffensif. Pratiquement et théoriquement il faut distinguer, comme l'ont fait Richet et Gueguen, les doses antibiotiques et les doses antigénétiques. Si le cuivre empêche la fructification d'un parasite, pratiquement celui-ci est dans l'impossibilité de déclancher une invasion saisonnière dangereuse. C'est faire dévier singulièrement le sens du mot intoxication que de lui attribuer le sens d'une action mortelle, pour l'être vivant qui la subit. Le cuivre peut être toxique sans tuer.

3° On a souvent reconnu que des doses infimes de cuivre ou d'autres produits toxiques peuvent conférer aux protoplasmes une excitation favorable à leur activité et, par suite, à leur résistance de défense. Ce n'est pas un fait nouveau. Il n'est nullement inconciliable avec l'action toxique effective du même produit lorsque les doses changent. Or, il n'est pas prouvé que l'action du cuivre, dans les traitements anticryptogamiques est uniquement une action défavorable à la puissance de l'assaillant. Il est très possible qu'elle résulte aussi du fait que l'assailli — qui supporte aussi l'action de pénétration du cuivre - se trouve modifié pratiquement dans la résistance qu'il oppose au champignon parasite.

4° L'appréciation du rôle possible du cuivre doit aussi se prémunir d'une cause d'erreur très importante, qu'un chimiste peut souvent oublier. C'est un fait connu, en Microbiologie, qu'on peut mithridatiser un être ou une race. Il n'est pas dans les choses improbables que l'emploi massif du cuivre, depuis quarante ans, a pu introduire, aussi bien dans les plantes traitées que dans les parasites actifs, des adaptations qui peuvent parfaitement expliquer les discordances constatées entre les expériences qui se sont échelonnées

depuis Millardet jusqu'à l'heure présente. Ces adaptations peuvent gêner l'étude rigoureuse des propriétés toxiques de ce métal.

Je m'associe particulièrement aux observations de M. Blaringhem et à celles de M. Bruno : la discussion générale semble montrer que ceux qui contestent aujourd'hui les idées admises sur la toxicité des ions métalliques ont négligé le côté biologique de la question, pour examiner surtout les questions auxiliaires d'ordre chimique qui visent la préservation du toxique cuprique. Il faut reprendre les recherches à la base base : puisqu'on conteste la toxicité de l'ion cuivre, il faut refaire les expériences pour confirmer leur action sur la vie des protolasmes.

Il faut demander à M. Villedieu de critiquer les expériences de ses devanciers plutôt que de lancer des affirmations qui n'en tiennent pas compte. Même si, répétant les expériences de M. Villedieu, nous obtenions les mêmes résultats que lui, nous nous garderions bien d'en tirer les mêmes conclusions. Il nous faudrait démontrer auparavant que l'effort du passé doit s'effacer devant les résultats du présent. Ni la technique personnelle de l'auteur, ni sa technicité de spécialiste n'autorise à notre avis de douter actuellement des expériences probantes et décisives, comme dit M. P. Gervais qui s'inscrivent pour appuyer la notion de la toxicité du cuivre. Il faut d'ailleurs la séparer de la question de l'efficacité de bouillies cupriques préparées de telle ou telle façon et employées diversement.

Toxicité du cuivre, utilisation de cette toxicité dans des cas particuliers de lutte anticryptogamique, ce sont des choses distinctes que M. Villedieu doit envisager à part, en tenant compte des données de la physiologie générale.

Note additionnelle de MM. RAVAZ et G. VERGE,

Directeur et Chef des Travaux à l'Ecole Nationale d'Agriculture de Montpellier.

L'émission et la germination des zoospores d'été du *Pl. viticola* sont liées à des conditions de milieu très étroite-

ment limitées. Les eaux naturelles ne conviennent pas également. Les eaux de drainage et d'un puits des environs de Montpellier sont absolument réfractaires à toute émission de zoospores. Quoique provenant de terrains plantés en vignes copieusement sulfatées, il ne nous a pas été possible d'y trouver des traces appréciables de cuivre. Une source d'une région non viticole de l'Allier est tout aussi défavorable ; et l'eau de la ville de Montpellier, qui vient de terrains non plantés en vigne, de même que l'eau distillée dans le verre, ne donnent qu'irrégulièrement des germinations.

Ces propriétés, que des différences de conductibilité électrique ne suffisent pas à expliquer, peuvent être modifiées par des apports de petites quantités de substances diverses. L'acide sulfurique, l'acide carbonique et même du sulfate de cuivre à très faible dose suffisent parfois pour atténuer leurs propriétés stérilisantes et les rendre propres à la germination.

Par contre, dans l'eau de pluie ou de rosée, et même dans l'eau distillée, la germination s'effectue régulièrement.

Finalement, c'est l'eau de pluie que nous avons adoptée pour étudier l'action stérilisante de diverses substances toxiques sur les germes du mildiou de la vigne, nous rapprochant ainsi le plus possible des conditions de la culture.

Les cultures ont toutes été faites dans des verres de montre contenant 0 cm³,5 à 1 cm³ de la solution toxique à étudier et maintenues sous cloche, dans une atmosphère saturée de vapeur d'eau, à la température d'une serre chauffée. Chaque série d'essais comportait toujours des cultures dans l'eau seule.

Ici encore, pour des germes de même âge et au même état, les résultats paraissent tout d'abord un peu incohérents dans des solutions toxiques concentrées ; des germinations se produisent qui n'ont pas lieu dans les solutions plus étendues. Les causes de ces divergences paraissent tenir : 1° au volume de la solution et à sa tension superficielle qui maintient les conidies seulement immergées en partie, et par suite à l'étalement du liquide, 2° et au nombre de germes mis dans chaque culture.

Et c'est sans doute à ces particularités, tant de la nature des eaux que du mode d'ensemencement, que doivent être attribués les écarts souvent considérables de toxicité signalés pour une même substance.

De nos essais, qui sont au nombre de plus de 600, il résulte que l'acide sulfurique dans l'eau de pluie arrête la germination au un cinquante millième, le sulfate de cuivre entre un trois cent millième et un quatre cent millième, solutions correspondant en moyenne à un millionième de cuivre métal, le sulfate de chaux en solution saturée n'arrête pas la germination et le carbonate de soude n'est actif qu'à un huit millième ou un sept millième.

Pour la soude et la chaux, il faut prendre quelques précautions, les cultures faites sous cloche humide dépouillée de l'acide carbonique restent stériles jusqu'au un soixante dix millième à un quatre-vingt millième pour l'eau de chaux (et au un vingt millième pour la soude).

Mais, dans l'air ordinaire, les solutions de chaux et de soude perdent très vite leur pouvoir toxique par suite de la carbonatation qui, pour la chaux, se révèle, après moins d'une heure d'exposition à l'air, par la formation en surface d'une pellicule de cristaux de carbonate de chaux. Un lait de chaux à 6 $^0/_0$ pulvérisé sur le feuillage d'une souche maintenue sous cloche humide pendant une nuit ne réagit plus à la phtaléine le lendemain. Une souche analogue, traitée au même lait de chaux devient immédiatement d'un beau rouge au même indicateur ; elle redevient incolore le lendemain si la nuit est humide ; seul le tournesol passe encore très légèrement au bleu ; mais, virant au-dessous de Ph 7,07, il indique aussi bien une acidité finissante qu'une alcalinité commençante.

Il suffit donc d'un temps très court, moins d'une nuit parfois, pour que la chaux de nos bouillies cupriques soit sensiblement neutralisée. Ces faits expliquent les insuccès des bouillies où la chaux était le seul élément actif.

On a admis que les eaux atmosphériques ne peuvent dissoudre que des quantités extrêmement faibles de cuivre et, en tout cas, insuffisantes pour devenir impropres à la germination des spores de *Pl. viticola*.

Cependant, si l'on examine les eaux de rosée prélevées à la surface des feuilles traitées avec une bouillie cuprique légèrement alcaline, on y trouve, dans la partie limpide, des quantités très élevées de cuivre correspondant jusqu'à un dix millième ou un sept millième de sulfate de cuivre. Les eaux de pluie qui, en tombant, ont lavé les feuilles nous ont donné, suivant la vitesse de chute, des solutions correspondant au titre de un cinquante millième à un dix millième de sulfate de cuivre. Dans ces eaux aucune germination ne se produit, non seulement immédiatement après l'application de la bouillie, mais après 1, 2, 7, 9, 10, 11, 14, 15, 16, 20 jours et après des chutes successives d'eau correspondant à 19 mm.,4, 53 mm.,1, 0 mm.,5 (rosée), 19 mm.,1, 11 mm.,2, 0 mm.,4 (rosée); 41 mm.,4, 92 mm.,8, 1 mm.,8, 0 mm.,2 (rosée). Ceci montre, en outre, la persistance des bouillies cuprocalciques sur les feuilles. C'est seulement après les pluies torrentielles de 41 mm.,4 et 92 mm.,8 précitées que la presque totalité du cuivre apporté avait disparu, encore la petite quantité restante était elle suffisante pour rendre l'eau de rosée stérile.

En résumé, la chaux en se carbonatant perd trop vite ses propriétés toxiques pour être pratiquement efficace. La bouillie cupro-calcique résiste longtemps à l'entraînement par les eaux de pluie ou de rosée, et elle leur cède des doses de cuivre très largement suffisantes pour les rendre impropres au développement des germes du mildiou.

(C. R., 19 décembre 1922).

Note additionnelle de M. et Mme VILLEDIEU.

Pour répondre aux notes qui ont été adressées à M. Foëx à la suite de la réunion du 2 décembre dernier de la Société de Pathologie Végétale, nous ne pouvons que répéter en nous résumant et en précisant ce que nous avons déclaré antérieurement :

Nous avons exposé des expériences faciles à vérifier qui toutes conduisent à *infirmer les théories actuelles expliquant*

l'action des bouillies cupriques sur le mildiou, sans rechercher si le cuivre comme le supposent MM. Blaringhem et Gain peut avoir, associé ou non à d'autres composés, des actions imprévues encore du domaine de l'hypothèse.

Nous affirmons avoir vu (plus de cinq cents expériences ont été faites, *toujours avec des résultats positifs*), nous affirmons avoir montré à maintes personnes et notamment à nos Collègues, et nous sommes prêts à montrer, lorsqu'à nouveau il nous sera possible de le faire, les zoospores du mildiou de la pomme de terre (*Phytophthora infestans*) évoluant normalement dans une solution contenant du cuivre dissout dans l'eau à la faveur d'un excès de gaz carbonique.

Ceci est un fait établi, nous n'invoquons pas pour le maintenir le secours de ceux qui nous ont confirmés, comme M. Lumière dont le talent n'est pas discutable, pas plus que nous ne nous sommes permis pour faciliter notre tâche la critique, — toujours aisée — de nos adversaires sur cette question.

D'adversaires d'ailleurs, nous ne pouvons en connaître sur le terrain purement scientifique ; on ne peut nous reprocher des expériences qui n'ont d'autre valeur que d'être des expériences de laboratoire, mais qui en cela, à notre avis, doivent encore prévaloir sur tout autre considérant d'ordre hypothétique.

Nous avons reconnu l'action des bouillies bordelaises que nous avons vérifiée (1), *mais nous ne saurions admettre l'explication qui a été donnée antérieurement de cette action* : c'est là ce qui résume notre travail ; nous recherchons en ce moment quelle peut être cette action et je pense que nul ne pourra nous reprocher cette curiosité.

N'étant mus que par le désir légitime de résoudre un problème d'ordre purement scientifique, nous sommes prêts, ainsi que nous l'avons déclaré à la Société de Pathologie Végétale, à reconnaître l'inéluctable nécessité du cuivre, s'il nous est permis de la démontrer ou si quelqu'un y parvient avant que nous n'ayons pu le faire nous-mêmes.

(1) Page 162.

BIBLIOGRAPHIE.

J. Magrou. — **Symbiose et tubérisation.** *Thèse Fac. des Sciences de Paris*, 1921, et *Ann. Sciences nat. Botanique*, 10e série, t. III, 1921, pp. 181-296, 9 fig. dans le texte, 9 pl.

L'hypothèse de l'origine cryptogamique de la tubérisation a été formulée pour la première fois par Noël Bernard. La vie en commun des plantes supérieures avec des Champignons est un phénomène très répandu; or, il est remarquable que ces cas de symbiose, dont on a reconnu l'existence chez la presque totalité des plantes vivaces sauvages, font défaut chez les plantes annuelles. Il n'était donc pas invraisemblable d'imaginer, *à priori*, que la tubérisation peut être une conséquence et un symptôme de l'infestation des racines par des Champignons filamenteux endophytes.

Noël Bernard a réussi à démontrer cette hypothèse dans le cas des Orchidées. Il a prouvé, par des expériences décisives, que la formation des tubercules qui apparaissent à divers stades du développement des plantes de cette famille est liée à la symbiose cryptogamique à laquelle elles sont obligatoirement soumises. Partant de là, et s'appuyant, d'autre part, sur les études statistiques qui révèlent l'existence à peu près constante de Champignons symbiotiques chez les plantes sauvages pourvues d'organes pérennants, il a proposé d'envisager l'apparition de l'état vivace comme une conséquence de la haute adaptation des plantes à la vie commune avec des Champignons.

L'auteur s'est appliqué à chercher si l'hypothèse de l'origine parasitaire des organes pérennants, démontrée dans les cas des Orchidées, pouvait être vérifiée expérimentalement dans d'autres groupes de végétaux.

Cette vérification s'est montrée particulièrement malaisée dans le cas de la pomme de terre, espèce à laquelle Noël Bernard avait tenté, dès le début de ses recherches, d'appliquer ses vues sur le déterminisme de la tubérisation. La Pomme de terre est, en effet une plante domestiquée, soumise depuis des siècles à des soins minutieux et constants de sélection et de culture, et vivant de ce

fait dans des conditions fort différentes des conditions naturelles Aussi la symbiose avec des Champignons, qui est la règle chez toutes les plantes sauvages à tubercules, fait-elle défaut chez la Pomme de terre cultivée. Mais, chez les Pommes de terre sauvages (*Solanum Maglia*), qui croissent au Chili et dans les pays limitrophes, et plus généralement chez les congénères vivaces de la Pomme de terre, tels que la Douce-Amère, qui n'ont pas été soumis à la culture, on rencontre avec toute la netteté désirable des Champignons commençaux radicicoles, présentant tous les caractères des Champignons qui vivent en symbiose avec la plupart des plantes à tubercules. L'absence de Champignons chez les Pommes de terre cultivée n'est donc qu'une exception accidentelle, due seulement à la mise en culture de ces plantes et à leurs transplantations constantes dans des terrains nouveaux.

Pour étudier le rôle de la symbiose dans le développement de la Pomme de terre, il fallait, en premier lieu rendre à la plante ses conditions de vie normale en lui restituant son ancien commençal. A cet effet, des graines de Pomme de terre ont été semées dans un lot prélevé à la campagne, dans une lande inculte, au pied des Douces-Amères dans les racines desquelles l'existence du Champignon spécifique avait été préalablement constatée. Dans ce sol argileux pauvre, non additionné d'engrais, le développement s'est fait avec lenteur, et les plantes sont longtemps demeurées saines. L'examen histologique de plusieurs plantules prélevées quelques semaines après le semis a montré un envahissement des racines par un Champignon identique à celui qui infeste normalement la Douce-Amère et le *Solanum Maglia*.

Les plantes ainsi exposées à la pénétration de l'endophyte ont évolué par la suite selon deux types distincts. Chez les unes, les rameaux secondaires nés à la base de la tige principale se sont développés en tiges aériennes feuillées, ou, en partie, en longs stolons souterrains *toujours dépourvus de tubercules*. Les autres plantes ont, au contraire, développé leurs rameaux secondaires en courts stolons renflés en tubercules en arrière du bourgeon terminal. L'examen de coupes en série pratiquées dans la totalité des racines chez des plantes de l'un et l'autre type a montré que chacun des deux modes de végétation correspondait à une réaction différente de la plante vis-à-vis du microorganisme envahisseur. Chez les plantes tubérisées, les racines sont largement envahies par un Champignon bien vivant, revêtant les divers aspects caractéristiques des endophytes : dans de pareils cas, une symbiose manifeste s'est établie entre le microorganisme et son hôte. Par contre, chez

les plantes dépourvues de tubercules, le Champignon a bien pénétré çà et là quelques cellules des racines, mais il a été rapidement digéré par ces cellules et n'a pu produire ainsi qu'une infestation très fugace et très restreinte ; dans ce cas, les plages infectées, rares et peu étendues, sont toutes formées de Champignons complètement dégénérés. Ces Pommes de terre sans tubercules apparaissent en un mot comme des plantes d'une immunité précoce, qui ont détruit le Champignon dès sa pénétration ; il s'agit là, en d'autres termes, de plantes guéries de l'infestation qui leur avait été inoculée.

Dans les conditions de l'expérience, et toutes choses égales d'ailleurs, la tubérisation de la Pomme de terre s'est donc produite seulement dans les cas où la plante s'est adaptée à la symbiose avec l'endophyte spécifique. Cette constatation n'implique pas que la symbiose soit le seul facteur capable d'entraîner la tubérisation ; des expériences de Laurent, de Noël Bernard, de Molliard, ont montré que, chez diverses plantes, la production de tubercules pouvait être provoquée, en l'absence de tout microorganisme, par l'action de facteurs physico-chimiques variés, et notamment par une haute concentration des substances dissoutes dans la sève. De telles conditions artificielles, équivalentes à la symbiose, sont sans doute réalisées empiriquement par les agriculteurs qui propagent la Pomme de terre par voie de semis. Les expériences qui viennent d'être résumées montrent tout au moins que, dans des sols pauvres, comparables aux milieux de culture que les plantes rencontrent communément dans la nature, la symbiose peut exercer une influence décisive sur la production des tubercules. Elles confirment par là, dans le cas particulier de la Pomme de terre, les vues générales de Noël Bernard sur le déterminisme de la tubérisation.

Les essais poursuivis chez l'*Orobus tuberosus* ont abouti à des constatations analogues. L'*Orobus tuberosus* héberge normalement dans ses racines un Champignon symbiotique. Les graines de cette espèce, semées aseptiquement, donnent des plantules non tubérisées chez lesquelles les bourgeons formés à l'aisselle des cotylédons se différencient en tiges feuillées aériennes. Au contraire, chez les plantules cultivées, au contact de l'endophyte spécifique, les bourgeons axillaires du nœud cotylédonaire avortent précocement, et un tubercule se forme à la base de la tige ; l'examen des racines de ces plantules tubérisées montre qu'elles sont régulièrement infestées.

Les autres conclusions qui découlent de l'ensemble de ces recherches peuvent être résumées comme il suit :

Tandis que le cycle évolutif de la Pomme de terre est caractérisé par une alternance bien marquée des phases de différenciation et de tubérisation, chez l'*Orobus tuberosus*, les tubercules une fois formés continuent à s'accroître indéfiniment. Le premier de ces types de développement est lié à une symbiose intermittente, le second à une symbiose continue.

Diverses plantes (Pomme de terre, *Orobus tuberosus*, Ophrydées) peuvent, comme il résulte de ce qui précède, adopter deux modes de développement, selon qu'elles sont soumises ou non à la symbiose ; dans le premier cas, elles sont réduites à une tige aérienne unique et produisent des organes pérennants aux dépens de leurs bourgeons basilaires ; dans le second cas, elles sont rameuses dès la base, et dépourvues d'organes pérennants. Il existe des exemples d'espèces d'un même genre, telles que le *Mercurialis perennis* et le *Mercurialis annua*, qui se distinguent essentiellement par des caractères végétatifs de même ordre ; dans ce cas encore, on retrouve la même relation que précédemment entre la symbiose et le port de la plante.

Il résulte des statistiques relatives à la répartition des mycorhizes que, en règle générale, les plantes vivaces sauvages hébergent des Champignons, tandis que les plantes annuelles en sont dépourvues. L'étude de trois plantes annuelles (*Orobus coccineus, Mercurialis annua, Solanum nigrum*) montre que ces végétaux peuvent, comme leurs congénères vivaces, se laisser pénétrer par les endophytes, mais qu'ils s'en affranchissent totalement, à brève échéance, par une phagocytose énergique.

Dans tous les cas étudiés, la symbiose peut être définie comme la limite vers laquelle tend l'association de deux commensaux quand leurs actions réciproques s'équilibrent. Les plantes résistent, avec des succès divers, à l'attaque des Champignons, en mettant en œuvre successivement des processus d'immunité mécanique, cellulaire et humorale. On reconnaît là les réactions essentielles qui caractérisent l'immunité dans les maladies animales.

Il résulte de cet ensemble de faits que certains des caractères spécifiques des plantes, tels que la propriété de produire des tubercules, peuvent être sous la dépendance de la symbiose. Si l'on parvient à modifier ou à supprimer l'action de ce facteur externe, on voit les caractères correspondants varier ou dégénérer. Il y a donc là un facteur indéniable de variation qui, en provoquant l'apparition ou la disparition de l'état vivace à divers degrés de la série végétale, a pu jouer un rôle prépondérant dans la formation et l'évolution des espèces.

Docteur H. Faës. — **Les dommages causés aux cultures par les usines d'électro-chimie.** 107 pages, 11 figures, Payot-Lausanne, Paris, 1921.

Le but de l'A. est d'apporter quelques observations et renseignements utiles, sur l'action des gaz et fumées sur la végétation, aux autorités qui pourraient être chargées de légiférer sur la question, aux autorités communales sur le territoire desquelles se sont installées des usines de produits chimiques ou électrochimiques, aux fabricants souvent justement incriminés, mais aussi parfois accusés à tort de dommages qu'ils n'ont pas provoqués, enfin aux agriculteurs dont les propriétés avoisinent les usines. La documentation sur laquelle a été conçue cet ouvrage a été recueillie au cours d'expertises relatives à la nocuité pour les végétaux des gaz et fumées qui s'échappent d'usines produisant l'aluminium, le sodium, le chlore, l'acide nitrique, la cyanamide, le carbure de calcium, les couleurs d'aniline, les aciers renforcés et les électrodes.

De l'ensemble du travail de M. Faës, il ressort nettement que, dans les expertises en questions, la chimie peut fournir des renseignements souvent très utiles, mais est fréquemment incapable d'apporter des documents nettement affirmatifs. Par contre, le phytopathologue, qui connaît la parasitologie végétale et opérera des visites locales consciencieuses et réitérées, travaillera souvent dans ce domaine avec plus de sécurité. L'A. insiste à juste raison sur les connaissances spéciales que doit avoir l'expert scientifique pour distinguer des dommages causés par les usines, les dégâts déterminés par les parasites cryptogamiques, les insectes, les influences climatériques défavorables. Il donne de nombreux exemples dans lesquels la confusion est possible pour une personne peu initiée. D'autre part, il est évident que les végétaux affaiblis par les fumées et les gaz des usines souffrent beaucoup plus des champignons et des insectes que les mêmes types de plantes en dehors des zônes influencées. Par contre, toutes les conditions fortifiants les plantes (bonne culture, engrais, traitements divers) les rendent plus résistantes aux fumées et gaz.

L'A. insiste pour que les usines adoptent des systèmes satisfaisants de fumivores, abât-fumée ou aspirateurs de poussières. Des améliorations notables peuvent également être apportées par les perfectionnements de fabrication, le choix judicieux des matières premières, la surveillance de la tension du courant électrique qui, selon son élévation, peut favoriser plus ou moins la volatilisation des produits toxiques.

Souvent les usines qui, dans certains cas, sont astreintes à payer des indemnités annuelles élevées à leurs voisins, trouveront intérêt a acheter les terrains les plus influencés, quitte à y introduire les végétaux les plus résistants. Si le haricot, la courge, la pomme de terre souffrent souvent des fumées et gaz, les choux font preuve d'une splendide résistance à la plupart des produits toxiques renfermés dans l'atmosphère des usines d'électro-chimie. Pourquoi ne pas alors associer sur certains points l'industrie de la choucroute à l'industrie précédente ?

Pour ce qui est des arbres, d'une façon générale, les feuillus sont moins touchés que les conifères par les fumées et gaz et l'action spécifique de ceux-ci sur telle plante cultivée se laisse, en général, assez facilement reconnaître. Les arbres atteints par l'action chronique des gaz acides, même peu concentrés, voient leur accroissement normal diminuer parfois de 60 % et même davantage.

Quant aux lésions, qu'elles soient externes ou internes, notons seulement que, suivant les produits fabriqués et les végétaux considérés, elles apparaissent comme aiguës ou comme chroniques et, qu'en général, c'est l'absorption par voie stomatique des produits gazeux toxiques qui joue le rôle de beaucoup le plus important dans les altérations observées sur les végétaux.

P. V.

Boubal et J. Dufrénoy. — **Les maladies des semis de Pins en pépinière.** *Divers champignons, d'une part, des accidents météoriques, d'autre part, causent sur les germinations de moins de 2 mois des maladies assez difficiles à distinguer.*

I. — **Champignons parasites :**

Quatre Siphomycètes au moins sont parasites : le plus dangereux est le *Pythium debaryanum* Hesse.

Un *Phytophtora* (*P. Fagi Hartig*) couvre parfois d'un fin duvet blanc les cotylédons et les axes, qui pourissent.

Le *Corticium vagum* (B. et C.), *Hypochnus Solani* (Prill. et Del.) Rhizoctone) est susceptible de parasiter une douzaine de Conifères et, en particulier, les Pins sylvestres et *Laricio*. Le mycélium, stérile, possède des filaments septés, à constrictions basales ; les jeunes filaments sont aussi larges que les vieux, leur extrémité brusquement tronquée se distingue bien. Ce caractère distingue le *Corticium* des autres champignons du sol dont les jeunes ramifications sont, en général, très fines.

Comme le *Pythium*, le *Corticium* détruit une grande proportion des germinations avant la levée.

Le genre *Fusarium* compte, en même temps que de nombreux saprophytes du sol forestier, quelques parasites, peu virulents (*F. moniliforme*) ou très rares (*F. ventricosum*, *F. vasinfectum*). Certaines des formes ubiquistes que groupe l'espèce *F. Solani* sont capables d'infecter les Pins.

Le *Pestalozzia funerea* attaque, dans certaines conditions d'humidité, les semis de *P. strobus*, de *Picea* et de *Tsuga*. (Une espèce voisine, *P. Hartigii*, attaque les Epicea et les Sapins).

Le *Botrytis cinerea*, si commun dans les semis de diverses plantes, est un parasite possible des germinations de Conifères.

Enfin, des semis de Pins sylvestres, provenant de semences achetées en Europe et semées dans les pépinières de la Station forestière expérimentale de l'Ohio, ont été détruits, en 1921, par un champignon que Mlle F. Detmers rapporte à un *Colletotrichum* ou à un *Gloeosporium* inédit.

Le *Melampsora pinitorqua*, qui rouille surtout les sujets de 10 à 30 ans, peut aussi couvrir de ses sores orangés les cotylédons et les axes hypocotylés des pins de 2 mois.

Le *Lophodermium Pinastri*, qui cause le rouge des Pins (*Leptostroma Pinastri*), attaquerait, d'après M. l'Inspecteur des Forêts Mangin, les sujets de tout âge.

Lorsque l'infection se produit dès que la graine entre en germination, ou sur les semis très jeunes, la plantule se fane, puis se couche sur le sol, la pourriture atteint d'abord les racines et l'axe hypocotylé au niveau du sol, le reste de la feuille restant vert pendant quelque temps.

C'est le « Damping off » des Américains.

Lorsque l'infection atteint des plantules âgées de plusieurs semaines, qui possèdent un stéréome développé, elle cause la dessiccation des feuilles, leur roussissement et parfois leur chute, alors que la tige reste dressée. La maladie ne peut alors être distinguée macroscopiquement de celle que cause la sécheresse, la courbure par le vent ou le piétinement, ou enfin, l'excessive chaleur.

II — **Accidents météoriques**:

1° *Sécheresse.* — Dans les plantules de moins d'une semaine ou de plus de trois semaines, la mort causée par la sécheresse ne se distingue de celle causée par les parasites que par la distribution des plantules tuées sur les éminences dans les cas de sécheresse, autour des foyers d'infection, dans les cas de parasitisme. Les

plantules de une à trois semaines qui meurent de soif se fanent brusquement et se courbent, celles qui sont parasitées se couchent avant de se faner.

2° *Chaleur.* — Dans les sols grossiers, mauvais conducteurs, les couches superficielles isolées voient leur température s'élever jusqu'à 60°, elles brûlent l'axe hypocotylé au-dessus du collet, tandis que la chaleur rayonnée grille les feuilles inférieures. Sur des sables du Nebraska chauffés à 52°, Hartley a vu périr la plupart des plantules de pin d'une pépinière. En Allemagne, Munch a fait des observations analogues.

Des semis de Pin Sylvestre, effectués le 25 avril 1921 dans le terrain granitique, grossier de la pépinière domaniale de Tulle, firent une bonne levée; mais la sécheresse excessive accompagnée de grande chaleur arrêta totalement la végétation : les jeunes plants n'étaient pas plus développés fin octobre qu'ils ne s'étaient fin mai, malgré de copieux arrosages.

3° *Insolation.* — A l'insolation excessive vu à Tulle, les pins répondre par une abondante formation d'anthocyane dans leurs feuilles supérieures ; dès le mois d'août, sous les abris, et surtout pendant la période très sèche et très chaude qui succéda aux pluies et à l'enlèvement des abris le 10 septembre ; les plantules prenaient une coloration violet foncé dans ses touffes de semis serrés qui avaient mieux résisté à la sécheresse, les jeunes plants étaient restés verts.

Bates et Pierce. — Reforestation of the sand hills of Nebraska and Kansas. *U. S. Forest service Bull.* 121, p. 31, Washington, 1913.

Hahn, C.-G., Hartley, Carl et Pierce, R.-C.— A nursery blight of Cedars, *Journ. Agric. Research*, v. 10, p. 533, 1917.

Hahn. — *Cedar blight*, *Phytopath.*, v. 10, p. 253, avril 1920.

Hartley, C. — Stem lesions caused by excessive heat, *J. Agr. Res.*, v. 14, p. 595, sept. 1918.

Hartley, C., Merrill, T. et Rhoads, A.-S. — Seedling diseases of Conifers, ibid., v. 15, p. 251-6, bibliogr. pp. 556-7.

Wenner, J.-J. — *Pestalozzia funerea*, *Phytopath.*, v. 4, p. 375, 1914.

Mac Millan et Byars. — Heat injury to beans in Colorado, ibid., v. 10, pp. 365-6 juillet 1920.

Mix. — Son-scald of forest trees, *Cornell Agr. Exp. Stat. Bull.*, 382, 1917.

TABLE DES MATIERES

du Tome VIII (1921).

Pages.

Liste générale des membres 1
Séance du 4 janvier 12
E. Picard. — Sur deux Scolytides des arbres fruitiers et leurs parasites 15
R. Régnier. — Un ennemi des plantes potagères *Corymbites* (*Diacanthus*) *latus* (Elatérides) 21
Et. Foëx. — Les relations entre la Leptonécrose et l'Enroulement 25
Séance du 4 février 29
V. Ducomet. — Sur le *Septoria Anthirrinii* Desm 33
Séance du 4 mars 34
E. Miège. — Note préliminaire sur les principales maladies cryptogamiques observées au Maroc 37
Gard. — Sur le dépérissement des noyers dans quelques régions de la France 41
R. Pouthiers. — Effets indirects des attaques de la pyrale du maïs 45
Rapport financier 47
Bibliographie 50
Séance du 8 avril 59
V. Ducomet. — La résinose du Topinambour 64
Séance du 6 mai 66
M. Molliard. — Sur une tumeur du Collet chez le *Rhinanthus minor* 70
Séance de juin 73
V. Ducomet. — A propos de la gelée du 16 avril 77
J. Dufrénoy. — Les effets de la gelée du 16 avril à Arcachon 81
Bibliographie 84
V. Ducomet. — Sécheresse et plant de Pomme de terre 85
Et. Foëx. — Les maladies des plantes pendant le 1er semestre 1921 88
Séance du 1er juillet 97

Ét. Foëx.— Particularités présentées par un champignon de couche atteint de Mole *Hypomyces perniciosus*. 105
L. Blaringhem.— Note sur le Blanc des Chênes 107
Bibliographie 109
Et. Foëx. — Résultats fournis par les bouillies sans cuivre pendant la campagne 1921 112
Séance d'octobre 120
Beauverie. — Sur une soi-disant maladie ayant causé la perte de 45.000 semis de châtaignier 127
Gard.— A propos de la germination des conidies du mildiou de la vigne 130
Guyot.— Notes de Pathologie végétale 132
Dufrénoy.— Les maladies des pommes de terre dans les Htes-Pyrénées 137
Bois.— Présentation d'échantillons du Maïs attaqués par le Charbon du Maïs (3 planches) 139
Maurice Mangin.— Une grande invasion de Nonne : *Lymantria monacha* dans les Forêts de Tchéco-Slovaquie 140
Miège.— Sur une invasion des céréales du Maroc par *Sesamia monagroides* 145
Et. Foëx.— Enroulement et Leptonécrose 148
Séance du 4 novembre 150
V. Ducomet.— Oïdium de la pomme de terre 153
Séance du 2 décembre 155
Résumé des discussions relatives à la toxicité du cuivre 158
Notes additionnelles 180
Bibliographie 189
Table des Matières 197